This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

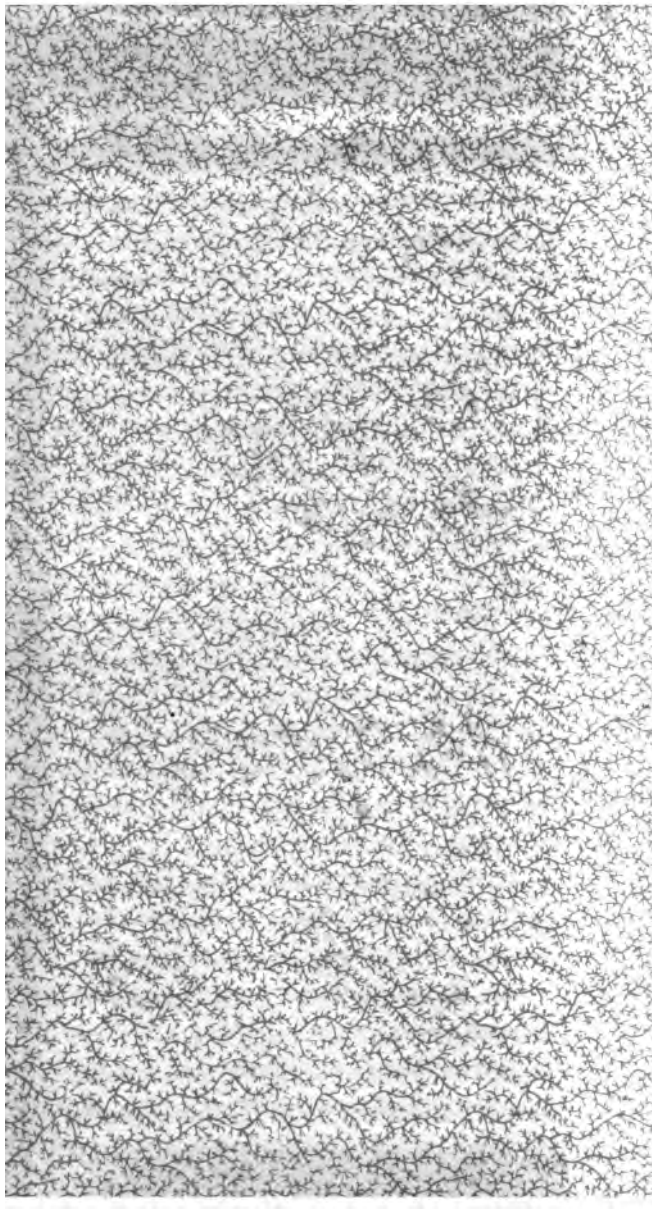
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

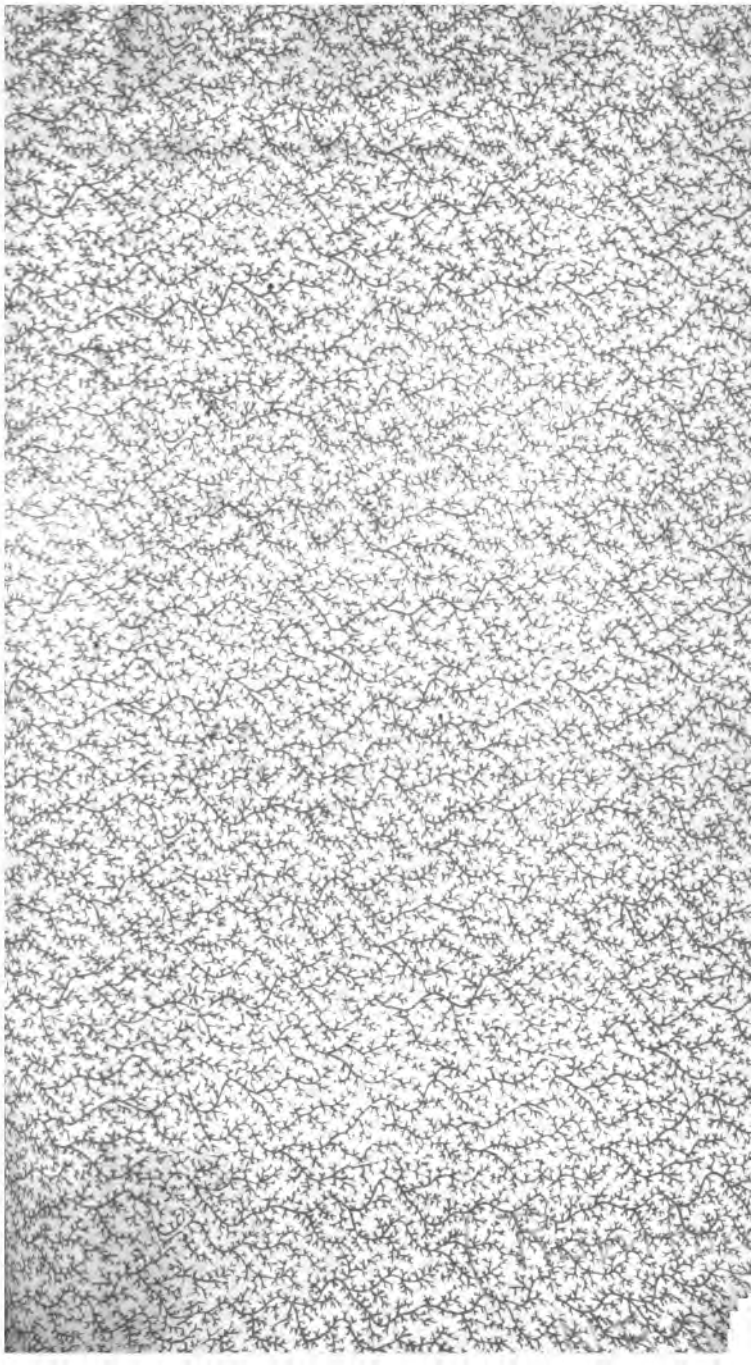
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

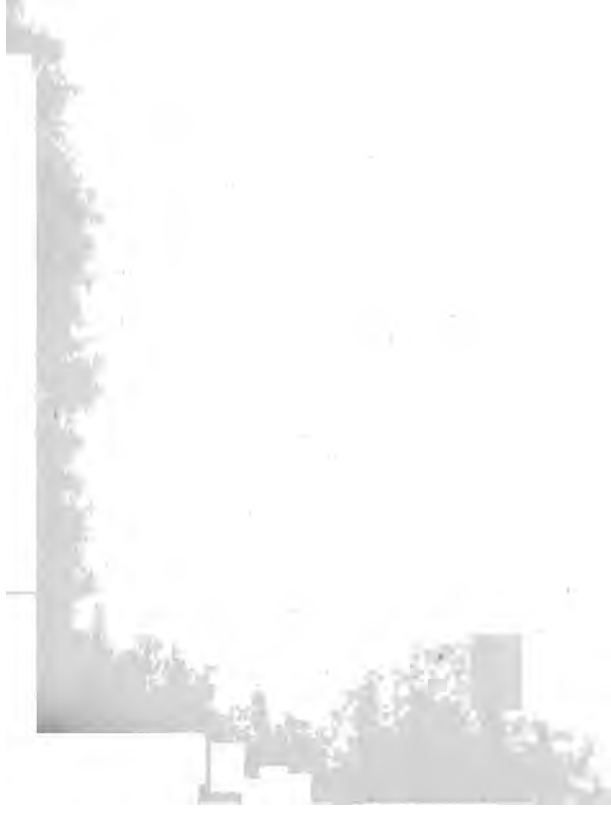
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 07482020 4







Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politiſchen, ökonomiſchen und philoſophiſchen Inhalts.

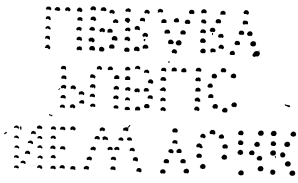
Nach der zweyten vermehrten Ausgabe aus dem Engliſchen überſetzt.

Zweyter Band.

Erſte Abtheilung.

Mit Kupfern.

Weimar, 1799.
Im Verlage des Induſtrie-Comptoirs.



VI.

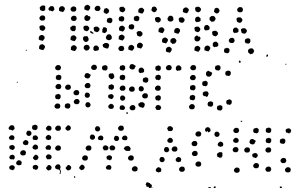
Ueber

Behandlung der Feuerhitze

und

über Holz-Sparung.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY



Ueber
Behandlung der Feuerhitze
und
über Holz-Sparung.

I. Capitel.

Dieser Gegenstand ist für unsre Forschbegierde sehr interessant. — Durch Hülfe des Feuers und der Hitze verschaffen wir uns alle Freuden, Bequemlichkeiten und feinern Genüße des Lebens. — Die Verschwendung der Brennstoffe ist sehr groß. — Wichtigkeit der Holzsparung für Einzelne und für das Publikum. — Mittel die Verschwendung der Feurung zu berechnen. — Nachricht von der ersten Küche im Arbeitshause zu München, und von der darin verbrauchten Feurung; verglichen mit der Menge der Feurung, die in Familien-Küchen verbraucht wird. — Nachricht von mehreren anderen Küchen die unter Leitung des Verfassers nach verschiednen Grundsätzen zu München angelegt wurden. — Einleitung zu einer wissenschaftlichern Behandlung dieser Materie.

Kein Gegenstand philosophischer Untersuchung, der für den menschlichen Geist erforschbar ist, erregt

wohl mehr Bewunderung, erweckt die Neugier ſtärker, und iſt zugleich für das menſchliche Geſchlecht von ausgebreiteterem Nutzen als das Feuer. Daß die Wirkungen deſſelben, und die Vortheile, die wir davon ziehen, keinen lebhaftern Eindruck auf uns machen, kömmt ohne Zweifel daher, weil wir von Jugend auf mit den Erſcheinungen des Feuers bekannt ſind. Faſt jede Bequemlichkeit und jeden behaglichen Lebensgenuß, den ſich der Menſch durch ſeine Kunſtfertigkeit verſchafft, hat er der Hülfe des Feuers zu verdanken; und er erhebt ſich über die thieriſche Schöpfung eben ſo ſehr durch ſeine Gewalt über dieſes wunderſame Weſen, als durch den Gebrauch der Sprache.

Seit langer Zeit habe ich die Behandlung der Feuerhitze als eine Sache von äußerſter Wichtigkeit angeſehen. Ich war daher auf jeden Umſtand, der darauf Bezug hatte, und unter meine Beobachtung fiel, aufmerkſam. Dieß führte mich bald zu der Entdeckung, daß dieſe Wiſſenſchaft noch ſehr vernachläßigt iſt, und daß hier ein großes Feld zu nützlichen Verbeſſerungen bei allen den Operationen, wobey man ſich der Feuerhitze bedienen muß, offen liegt.

Die große Holzverſchwendung in allen Ländern muß auch dem flüchtigſten Beobachter auffallen.

Da

Da nun aber die Anwendung der Feuerhitze von so weitem Umfange ist, und der Aufwand für Brennholz einen so beträchtlichen Artikel unter den Nothwendigkeiten des Lebens ausmacht, so ist die Wichtigkeit dieses Gegenstandes wohl nicht zu leugnen.

Bei der Holzsparung kommt der Umstand vorzüglich in Betracht, daß jede Holzersparniß des Einzelnen zugleich eine Ersparniß für die ganze Gemeinheit ist. Denn je weniger Nachfrage nach einer Waare auf dem Markte ist, desto niedriger wird ihr Preis seyn. Da nun alle Arten des Gewerbfleißes, alle Künste und Manufacturen ohne Ausnahme, mittelbar oder unmittelbar von Operationen abhangen, wobey Feuer nöthig ist, so ist es für Handels und Manufactur Länder äußerst wichtig, den Preis der Feurung so niedrig als möglich zu halten. Selbst in Ländern, wo es keine Manufacturen giebt, und wo die Einwohner bloß vom Ackerbau leben, hat dieß wichtige Folgen. Denn wenn Holz zur Feurung gebraucht wird, so bewirkt die Holzsparung, da das Verhältniß der Forstländerey zum Pfluglande größtentheils vom Holzverbrauch abhängt, daß man zur Anzucht des Brennholzes verhältnißmäßig wenigere Forste nöthig hat. Hierdurch wird mehr pflugbares Land gewonnen — und dieß hat eine Vermehrung der Bevölkerung, des

Natio-

durchaus ein groſser Verluſt an Hitze ſtatt haben müſſe. Denn wenn das Gefäſs, worin die zu kochende Flüſsigkeit enthalten iſt, über ein offnes oder nacktes Feuer geſtellt wird, ſo geht nicht allein der gröſste Theil des ſtrahlenden Wärmeſtoffs verloren, ſondern es bringt auch nur ein kleiner Theil desjenigen, welcher in der Flamme, dem Rauch und heiſsen Dampfe befindlich iſt, in das Gefäſs; das Uebrige verfliegt ſehr ſchnell durch den Schornſtein in den höhern Luftraum. Aber ohne mich hier auf die nicht leicht widerlegbaren Gründe einzulaſſen, werde ich die zu prüfenden Thatſachen auf einen viel haltbarern Grund, nemlich auf Verſuche ſtützen.

Bey Anſtellung der zu dieſer Unterſuchung nöthigen Verſuche gieng ich auf folgende Weiſe zu Werke. — Da die Menge des Wärmeſtoffs, den eine gewiſse Menge eines Brennſtoffs zu erzeugen vermag, nicht bekannt iſt, ſo hat man keinen Maasſtab, womit man das Ergebniſs (reſult) eines Verſuchs vergleichen kann, um genau das Verhältniſs des erſparten, oder nützlich verwandten, oder des verlornen Wärmeſtoffs auszumitteln. Wo ich alſo keine Gewiſsheit haben konnte, muſste ich mich mit Annäherungen begnügen. Anſtatt alſo die Menge

des

des verlornen Wärmestoffs bey irgend einer Operation zu bestimmen, suchte ich nur ausfindig zu machen, mit wie viel geringerer Feurung, bey einer vortheilhaftern Einrichtung und Leitung des Feuers, und Gebrauch der Maschienen, dieselbe Operation hätte beendigt werden können. Die ökonomischen Einrichtungen verschiedner großer öffentlicher Anstalten, vorzüglich in dem militärischen Arbeitshause und in der Militairakademie zu München, die in den letzten 6 bis 7 Jahren unter meiner Leitung in Bayern errichtet waren, gaben mir die günstigste Gelegenheit, alle meine Ideen über die Behandlung der Feuerhitze praktisch auszuführen, und den Nutzen meiner eingeführten Verbesserungen durch zahlreiche, oft veränderte und wiederholte und im Großen angestellte Versuche, zu erhärten.

Daß viele Versuche in den beyden genannten Anstalten während der 7 Jahre ihrer Dauer wirklich angestellt sind, wird man daraus abnehmen, daß der Feuerherd in den Küchen beyder Anstalten zwey bis drey mal niedergerissen und neu gebaut, und daß die Gestalt der Kochkessel und die innere Einrichtung der Herde noch öfter abgeändert worden.

Wenn man die Menge der in jenen Küchen verbrauchten Feurung mit dem vergleicht, was man

bey

kurz alles völlig gleich war, so ist es wohl ausgemacht, daß die Menge des dabey verbrauchten Holzes die verhältnißmäßigen Vortheile der verschiednen Behandlungsart des Feuers ins Licht stellen. Die Verschiedenheit des Holzverbrauchs ist sehr groß; (beym ersten Versuch 13½ Pf. und beym zweyten 62½ Pf.) hieraus ergiebt sich, wie äußerst beträchtlich auf der einen Seite die Holzverschwendung und wie wichtig auf der andern Seite die Ersparniß der Feurung ist. Aber so groß auch die leztern nach den vorhergehenden Versuchen scheinen mögen, so wird sich doch in der Folge zeigen, daß sie in der That noch beträchtlicher sind. Beym zweytem Versuche, wo der Kessel über offnem Feuer stand, gab man dem Holze die vortheilhafteste Lage; gewöhnlich wird hierauf wenig geachtet, und die Holzverschwendung wird durch diese Nachläßigkeit sehr vermehrt. Da hingegen in verschloßnen Feuerherden von einer guten Bauart die rechte Stelle für die Feurung nicht verfehlt werden kann, weil sie überall durch eine Mauer umgeben wird, so kann die Unwissenheit oder Nachläßigkeit derer, die das Feuer unterhalten, keine große Holzverschwendung veranlassen; und dieß ist gewiß kein geringer Vortheil dieser Feuerherde.

Dritter

Dritter Versuch.

Eine große kupferne Pfanne oder Casserole im Durchmesser oben $11\frac{1}{4}$ und unten $10\frac{3}{4}$ Zoll weit und $3\frac{3}{4}$ Zoll tief, die 4 Maaß Wasser faßte und $7\frac{5}{12}$ Pf. wog, wurde, bey der Temperatur von 58° Fahr., in ein gemauertes Kesselloch gestellt; es wurde mit 4 Zoll langen Stücken Büchenholz Feuer darunter angezündet, um das Wasser zum Kochen zu bringen und zwey Stunden darin zu erhalten. Das Ergebniß der Versuchs war folgendes:

	Zeit.	Holzverbrauch.
Das Wasser zum Kochen zu bringen	— St.	12 M. 1 Pf.
— — kochend zu erhalten	2 —	— — ¼ —
Gesamtsumme	2 St.	12 M. 1¼ Pf.

Vierter Versuch.

Dieser Versuch wurde mit eben dieser Casserole auf einem Dreyfuße wiederholt; und das Ergebniß desselben war:

	Zeit.	Holzverbrauch.
Das Wasser zum Kochen zu bringen	— St.	28 M. 6 Pf.
— — kochend zu erhalten	2 —	— — ½ —
Gesamtsumme	2 St.	28 M. 11½ Pf.

Die Verschiedenheit in den Ergebnissen dieser beyden Versuche kömmt der in den beyden Vorigen sehr

durch das Mauerwerk giengen, erhizt wurden, und daß bey einem Feuer in allen gekocht werden konnte. Obgleich keiner dieser Kessel mit dem Herde in unmittelbarer Berührung steht, und manche wohl 15 Fuß davon entfernt sind, so werden sie doch alle mit großer Leichtigkeit erhizt, nemlich durch die Hitze, welche bey Oeffnung der eisernen Schieber in den Canälen frey circulirt.

Da jeder Kessel seinen eignen Canal hat, so kann jeder einzeln oder eine gewiße Anzahl derselben nach Gefallen, geheizt werden; und indem man die Schieber eines Kessels mehr oder weniger öffnet, so kann man mehr oder weniger Hitze nach Erfordern der Umstände unter den Kessel lassen. Wenn einer der Kessel keine Hitze mehr nöthig hat, oder wenn das Feuer zu stark war, so öffnet man einen besondern Schieber, der mit einem großen Canal in Verbindung steht, wodurch alle Hitze oder ein Theil derselben nach Gefallen gerade in den Schornstein geführt wird, ohne daß sie einen Kessel berührt. Das Feuer wurde durch ein Zugloch in der Thür der Aschengrube unterhalten, wodurch die Luft einen freyen Zutritt zum Feuerherde erhielt. Wenn es keiner Hitze mehr bedurfte, so wurde das Feuer durch gänzliche Verschließung des Zuglochs und aller Dämpfer oder der Canäle ausgelöscht.

Der

Der Feuerheerd hatte eine eyrunde Geſtalt, 3 Fuß lang, 2 Fuß 3 Zoll weit und 18 Zoll hoch; oben war er mit einer doppelten Wölbung verſehen, ſo daß zwiſchen beyden Wölbungen 4 Zoll Luft befindlich war. Die Feurung wurde durch eine Oeffnung auf den Herd gelegt, die mit einer doppelten eiſernen Thür verſehen war, welche beſtändig verſchloſſen blieb. Die Feurung brannte auf einem eiſernem Roſt, und die Luft, die das Feuer unterhielt, kam von unten durch die Aſchengrube zu dem Roſte.

Der Verluſt der Hitze auf dem Wege vom Feuerherde bis zu den Keſſeln wurde dadurch verhütet, daß die Verbindungs-Canäle doppelt waren. Der innere Canal, in welchen die Hitze geleitet wurde, und der im Lichten 5 Zoll Weite und 6 Zoll Höhe hatte, lag gleichſam in einem größern Canal iſolirt, ſo daß dieſer innere Leitungs-Canal (der aus Ziegeln beſtand) an allen Seiten von einer zwey Zoll dicken Schicht von eingeſchloßner Luft umgeben war. Der äußere verſchließende Canal war unmittelbar mit dem Mauerwerk verbunden, und daher war die Anlage der doppelten Canäle nicht zu bemerken. Der Nutzen der doppelten Canäle in der doppelten Wölbung über dem Feuerherde beſteht darin, daß ſie die Hitze mehr zuſam-

menhalten, und verhüten, daß ſie nicht in dem Mauerwerk verlohren geht.

Da ich bey meinen vielen Verſuchen gefunden habe, daß die eingeſchloßne Luft das beſte Mittel iſt, das Entweichen der Feuerhitze zu verhüten *), ſo benutzte ich dieſe Entdeckung bey jenen ökonomiſchen Anlagen, und meine Verſuche waren nicht ohne Erfolg.

Nicht allein der Herd und die Leitungscanäle zwiſchen dem Herde und den Keſſeln waren mit eingeſchloſſener Luft umgeben, ſondern ſie wurden auch dazu benutzt, die Hitze in den Keſſeln feſt zu halten und das Entweichen derſelben in die Atmoſphäre zu verhindern. Dies wurde durch doppelte Deckel auf den Keſſeln bewirkt. Dieſe Deckel (ſ. Kupf. Taf. I. Abbild. 1. u. 2.), welche aus Zinn oder vielmehr aus dünnem verzinnten Eiſenbleche beſtehen, haben die Geſtalt eines hohlen Kegels, die Höhe des Kegels war ungefehr einem Drittheil ſeines Durchmeſſers gleich; und die darin befindliche Luft wurde durch das Verfügen der Bänder der beyden Deckel mittelſt dünner Platten von Eiſenblech völlig eingeſchloſſen. Der Boden des Deckels paßte genau in die Oeffnung des Keſſels und verſchloß dieſen aufs genaueſte mittelſt eines zwey Zoll breiten Randes, der

*) Siehe Philoſophical transactions 1792. P. I.

der in den Keſſel hineintrat; und an die dünne Platte des Deckels gelöthet war. Der Dampf von der kochenden Flüßigkeit wurde durch eine, einen halben Zoll weite Röhre abgeleitet, die durch den hohlen kegelförmigen Deckel gieng, und die unten und oben an den Deckel ſo angelöthet war, daß die Luft in der Höhlung des Deckels völlig eingeſchloſſen, und von der Verbindung mit der äußern atmoſphäriſchen Luft ſowohl als von den Dämpfen des Keſſels völlig getrennt blieb.

Einige dieſer hohlen Deckel ſtopfte ich mit Pelzwerk aus, allein ich fand nicht, daß dieſe den Wärmeſtoff beſſer an ſich gehalten hätten, als jene, deren Höhlung bloß mit Luft gefüllt war.

Um die vielen Fremden, die aus Neugierde dieſe Küche beſuchten, von den großen Vorzügen der doppelten Deckel vor den einfachen zu überzeugen, ließ ich einen einfachen Deckel von derſelben Geſtalt wie die übrigen verfertigen, ſo daß er, nicht davon unterſchieden werden konnte, wenn er einen Keſſel bedeckte. Allein da er keinen Boden hatte, und alſo zwiſchen dem heißen Dampf in dem Keſſel und der Oberfläche des Deckels keine eingeſchloßne Luft befindlich war, ſo wurde er, ſobald er einen kochenden Keſſel bedeckte, ſo außerordentlich heiß, daß

man ſich beym Berühren leicht verbrennen konnte. Dahingegen war ein doppelter Deckel von demſelben Material, und auf einem gleichfalls kochenden Keſſel, nur mäßig warm, daß man die Hand lange ohne die mindeſte Beſchwerde darauf halten konnte.

Es begreift ſich von ſelbſt, daß durch die leichte und heftige Erhitzung der einfachen Deckel, der kalten Atmosphäre, die ſie beſtändig umgiebt, eine große Menge Wärmeſtoff mitgetheilt werden müſſe. Daher zeigt dieſer Verſuch auf eine überzeugende und auffallende Weiſe den großen Nutzen der doppelten Deckel; und ich habe ſeitdem das Vergnügen gehabt zu bemerken, daß ſie allmählig allgemein im Gebrauch gekommen ſind.

Es iſt vielleicht ganz unnöthig meinen Leſern zu ſagen, daß der Hauptzweck, warum ich mir mit der Anlage dieſer Küche ſo viele Mühe gab, das Verlangen war, nützliche Verbeſſerungen in Hinſicht der Behandlung der Feuerhitze und der Holzſparung allgemein einzuführen. Eine in aller Rückſicht ſo intereſſante, in ihren Folgen ſo wichtige, und in Bayern völlig neue Anſtalt, als ein öffentliches Arbeitshaus, nach einem wohlthätigen viel umfaßenden Plane angelegt, wo unter einem Dache mehrere Manufactur- und Fa-

brik-

brikwaaren verfertigt werden — wo die Armen und Dürftigen von beyden Geschlechtern und allen Altern einen behaglichen Zufluchtsort, und für ihre Kräfte und Fähigkeiten passende Arbeit finden; und wo der Fleiß nicht durch Strafen, sondern durch die wohlthätigsten Belohnungen und durch die mildeste Behandlung geweckt wird; solch eine Anstalt, glaubte ich, könnte nicht fehlen die Aufmerksamkeit des Publikums zu erregen und eine große Menge Besuchender herbey zu ziehen. Dieß schien mir eine günstige Gelegenheit, die öffentliche Aufmerksamkeit auf nützliche Verbesserungen zu leiten. Daher nahm ich meine Maßregeln so, daß nicht allein die Küche, sondern auch das Backhaus, die Stubenöfen, die Lampen, verschiedne Geräthschaften und Maschinen, die bey den verschiednen Manufacturen gebraucht wurden, alle ökonomische Anlagen und Vorrichtungen, zur Erleichterung eines nützlichen Erwerbfleißes — als eben so viele Muster zur Nachahmung dienen konnten.

Allein bey den Einrichtungen zur Holzsparung hatte ich außer dem unmittelbaren öffentlichen Nutzen, einen nicht minder wichtigen Nebenzweck, der mich antrieb alle mögliche Aufmerksamkeit darauf zu verwenden, nemlich, mir eine genauere Kenntniß der

Natur

Natur der Feuerhitze und der Gesetze ihrer Wirkungsart zu verschaffen. In dieser Absicht wurde der Maschinerie, die mir damals zu sehr zusammengesetzt schien, um im gemeinen Leben wahrhaften Nutzen zu schaffen, noch verschiednes hinzugefügt.

So wurde z. B. der Dampf, der von kochenden Flüßigkeiten empor stieg, anstatt ihn entweichen zu lassen, durch Röhren in ein Zimmer unmittelbar über der Küche in ein Faß voll kaltes Wassers geleitet, dem er seine Hitze mittheilte. Mit diesem ohne neue Feurungskosten erwärmten Wasser wurden am folgenden Tage die Kessel statt kalten Wassers angefüllt. Damit dieß warme Wasser während der Nacht nicht erkalte, wurde das Faß, worin es befindlich war in ein größeres Faß gestellt und der Zwischenraum zwischen beyden mit Wolle ausgefüllt. Das Abkühlen des Dampfs auf seinem Wege vom Kessel bis in das Faß, wo er sich verdichtete, wurde dadurch verhütet, daß man die Verbindungsröhren mit wolligten Schaafsellen bedeckte, und so die Berührung der kalten atmosphärischen Luft verhinderte. Durch diese Vorrichtung wurde der Wärmestoff, der sonst als Dampf in die Luft entwichen wäre, auf seiner Flucht angehalten, und am folgenden Tage in den Kessel zurückgebracht.

Durch

Durch eine andere Vorrichtung wurde auch der Rauch in Contribution gesezt. Indem er unter den Kesseln hervor kommt und durch den Schornstein entweichen will, wird er aufgehalten, und unter einen großen mit kaltem Wasser angefüllten Kessel geleitet, woran er den größten Theil seines bey sich habenden Wärmestoffs absetzte. Da ich überdies von dem gänzlichen Trocknen des Brennholzes, und selbst von dessen Erwärmung, ehe es zur Feurung gebraucht wurde, große Vortheile erwartete, so leitete ich den Rauch von zwey Kesseln unter eine eiserne Platte, die der Boden eines Ofens war, in welchem das für einen Tag in der Küche nöthige Brennholz 24 Stunden lang getrocknet wurde, ehe man es verbrannte.

In einer kleinern Küche (dicht neben der beschriebenen) die als ein Muster zur Nachahmung angelegt war, und die zum Besehen beständig offen stand, waren 5 Kessel von verschiedener Größe, alle von einem Feuer heizbar, in einem halbkreisförmigen Mauerwerk befindlich. Der davon aufsteigende Rauch heizte nach Gefallen entweder einen Ofen, oder Wasser, welches ein hölzernes Faß, das aufrecht auf dem Mauerwerk stand, enthielt. Eine kupferne auswendig verzinnte Röhre, die durch

das Faß gieng, leitete den Rauch. Da wo sie in den Boden des Fasses hineintrat war eine runde kupferne Platte, und diese verschloß eine runde Oeffnung im Boden des Fasses, etwas größer als der Durchmesser der Röhre. Die runde Platte war am Boden des Fasses fest genagelt und durch eine Lage von Pappe zwischen dem Metall und dem Holze wasserdicht gemacht. Die Röhre war an die Platte gelöthet, und hatte 6 Zoll im Durchmesser. Sobald sie durch die runde Platte in das Faß trat, zertheilte sie sich in drey kleinere Röhren, jede ungefähr 4 Zoll im Durchmesser, welche parallel neben einander durch die ganze Länge des Fasses liefen. Dann stiegen sie durch drey verschiedne Löcher im obern Boden des Fasses in einen Canal, der zum Schornstein führte.

Diese Röhre, die den Rauch durch das Faß leitete, war deswegen in mehre Aeste zertheilt, um die Oberfläche, wodurch dem Wasser die Hitze des Rauchs mitgetheilt wurde, zu vergrößern. Das Faß wurde aus einem Wasserbehälter, welcher oben im Gebäude befindlich war, durch eine bleierne Verbindungsröhre mit Wasser versehen, und die Vorrichtung war so angelegt, daß eben soviel Wasser als man aus dem Fasse zum Gebrauch abzapfte, so-

gleich

gleich wieder aus dem Wasserbehälter hineinfloß. Sobald es aber in dem Fasse wieder seine gehörige Höhe erreicht hatte, so floß kein kaltes mehr aus dem Wasserbehälter hinzu.

Nichts erregte das Erstaunen und die Neugierde derer die diese Küche besuchten mehr, als wenn sie Wasser in einem hölzernen Fasse kochen, und kochend heiß durch einen metallnen Hahn ausfließen sahen. Ich habe die Art, wie dieß bewerkstelliget wurde, absichtlich genau beschrieben, weil ich glaube, daß eine ähnliche Vorrichtung in manchen Falle mit großen Nutzen angewendet werden könnte. Es läßt sich schwerlich eine Einrichtung erfinden, wodurch die Wärme dem Flüßigkeiten mit geringern Verlust mitgetheilt werden kann; und da das Holz nicht allein an sich selbst schon ein vortrefflicher Nichtleiter des Wärmestoffs ist, sondern auch leicht durch eingeschloßne Luft, Pelzwerk oder andere ähnliche Körper, welche den Wärmestoff binden, umgeben werden kann, so ist der Verlust des Wärmestoffs auf diese Weise fast gänzlich zu verhindern.

Warum könnte man nicht die großen Salz oder Braupfannen, worin eine große Menge Wasser gekocht oder abgeraucht werden soll, von Holz verfertigen lassen, und mit wagerechten eisernen oder

kupfer-

kupfernen Röhren versehen, die mit dem Herde in Verbindung ständen und den Rauch durch die darin befindliche Flüssigkeit leiteten? Aber es ist hier nicht der Ort, mich bey diesem Gegenstande aufzuhalten, ich kehre daher zu meinen Küchen zurück.

Um die Suppe, welche die Armen aus dem Arbeitshause bekamen, zu bereiten, mußte man das Feuer 5 Stunden unterhalten, indem sie, wenn sie ganz gut seyn sollte, über drey Stunden kochen mußte.

Die in der Küche gebräuchliche Feurung war trocknes Büchenholz, wovon die Klafter, 5 englische Fuß $8\frac{2}{10}$ Zoll lang, eben so hoch und 3 Fuß $1\frac{1}{3}$ Zoll breit, und ungefehr 2200 Bayerische Pfund schwer, $5\frac{1}{4}$ Gulden auf den Markte kostet. Der tägliche Verbrauch dieses Holzes, wenn für 1000 Personen Suppe gekocht wurde, belief sich auf 300 Bayerische Pfund, oder auf $\frac{1}{7}$, oder noch genauer auf $\frac{3}{22}$ Klafter, welches 43 Kreutzer kostet. Dieß macht an täglichen Feurungskosten, für eine Person zu kochen, $\frac{1}{23}$ Kreutzer.

Um die täglichen Feurungskosten zu berechnen, wenn eben diese Suppe in Privatküchen gekocht würde, wollen wir annehmen daß jene 1000 Menschen

schen, die aus der öffentlichen Küche des Arbeitshauses gespeist werden, in Familien von 5 Personen getheilt wären; dieß würde gerade 200 Familien ausmachen. Da nun um in jener öffentlichen Küche für 1000 Personen zu kochen, 300 Pfund Holz erfordert werden, so würden diese, unter 200 Familien vertheilt, für jede täglich 1½ Pfund geben. Nach dieser Berechnung müßte also eine Klafter Holz, die 2200 Pfund wiegt, zum Kochen für eine Familie von 5 Personen 1466 Tage oder 4 Jahr und 6 Tage hinreichen. — Aber nach den genauesten Untersuchungen über den wahren Holzverbrauch in Privatfamilien, beym Kochen über offnem Feuer, wie es jetzt noch allgemein gebräuchlich ist, ergiebt sich, daß 5 Pfund gute Erbsensuppe kaum bey weniger als 15 Pfund trockenem Büchenholz bereitet werden können; folglich würde eine Klafter von solchem Holze, anstatt für eine Familie von 5 Personen zur täglichen Bereitung einer Suppe 4 Jahre hinzureichen, kaum 5 Monate hinreichend seyn.

Hieraus erhellet, daß der Holzverbrauch in den Küchen der Privat-Familien sich zu dem Holzverbrauch in der ersten Küche des Arbeitshauses zu München bey Bereitung von ein und derselben Men-

kupfernen Röhren versehen, die mit dem Herde in Verbindung ſtänden und den Rauch durch die darin befindliche Flüſſigkeit leiteten? Aber es iſt hier nicht der Ort, mich bey dieſem Gegenſtande aufzuhalten, ich kehre daher zu meinen Küchen zurück.

Um die Suppe, welche die Armen aus dem Arbeitshauſe bekamen, zu bereiten, mußte man das Feuer 5 Stunden unterhalten, indem ſie, wenn ſie ganz gut ſeyn ſollte, über drey Stunden kochen mußte.

Die in der Küche gebräuchliche Feurung, was trocknes Büchenholz, wovon die Klafter, 5 engliſche Fuß $8\frac{1}{10}$ Zoll lang, eben ſo hoch und 3 Fuß $1\frac{1}{3}$ Zoll breit, und ungefehr 2200 Bayeriſche Pfund ſchwer, $5\frac{1}{4}$ Gulden auf den Markte koſtet. Der tägliche Verbrauch dieſes Holzes, wenn für 1000 Perſonen Suppe gekocht wurde, belief ſich auf 300 Bayeriſche Pfund, oder auf $\frac{1}{7}$, oder noch genauer auf $\frac{3}{22}$ Klafter, welches 43 Kreutzer koſtet. Dieß macht an täglichen Feurungskoſten, für eine Perſon zu kochen, $\frac{1}{23}$ Kreutzer.

Um die täglichen Feurungskoſten zu berechnen, wenn eben dieſe Suppe in Privatküchen gekocht würde, wollen wir annehmen daß jene 1000 Menſchen

schen, die aus der öffentlichen Küche des Arbeitshauses gespeist werden, in Familien von 5 Personen getheilt wären; dieß würde gerade 200 Familien ausmachen. Da nun um in jener öffentlichen Küche für 1000 Personen zu kochen, 300 Pfund Holz erfordert werden, so würden diese, unter 200 Familien vertheilt, für jede täglich 1½ Pfund geben. Nach dieser Berechnung müßte also eine Klafter Holz, die 2200 Pfund wiegt, zum Kochen für eine Familie von 5 Personen 1466 Tage oder 4 Jahr und 6 Tage hinreichen. — Aber nach den genauesten Untersuchungen über den wahren Holzverbrauch in Privatfamilien, beym Kochen über offnem Feuer, wie es jetzt noch allgemein gebräuchlich ist, ergiebt sich, daß 5 Pfund gute Erbsensuppe kaum bey weniger als 15 Pfund trockenem Büchenholz bereitet werden können; folglich würde eine Klafter von solchem Holze, anstatt für eine Familie von 5 Personen zur täglichen Bereitung einer Suppe 4 Jahre hinzureichen, kaum 5 Monate hinreichend seyn.

Hieraus erhellet, daß der Holzverbrauch in den Küchen der Privat-Familien sich zu dem Holzverbrauch in der ersten Küche des Arbeitshauses zu München bey Bereitung von ein und derselben Menge

ge von Erbsensuppe verhält wie 10 zu 1 *). — Allein hierbey muß man bemerken, daß der Unterschied in der Menge des Holzverbrauchs nicht bloß in der Verschiedenheit der beyden Methoden die Feuerhitze zu behandeln seinen Grund hat. Denn, außer den Wirkungen die eine gewiße Einrichtung der Maschienen hervorbringt, erfordert eben dieselbe Einrichtung weniger Feuerung, je größer die auf einmal zubereitende Menge der Speisen, und je größer der Kessel ist; daher ist die Holzsparung, die durch das Kochen in Großen bewirkt wird, sehr beträchtlich. Doch dieser Punct wird an einem andern Orte mehr ins Licht gesezt werden.

Die Küche in dem Arbeitshause wurde im Anfang des Jahrs 1790 beendigt. Um eben die Zeit wurden zu München unter meiner Leitung zwey andere große öffentliche Küchen gebauet, nemlich die Küche der Militär-Akademie, und die Küche, zum militärischen Eßsaal im englischen Garten gehörig, wo während der alljährlichen Musterung 200 Offiziere speisten. In diesem englischen Garten, der über eine

*) Da in der Folge die Küche des Arbeitshauses abgeändert und nach bessern Grundsätzen eingerichtet wurde, so ward die Holzsparung noch weiter getrieben, wie man weiterhin in dieser Abhandlung sehen wird.

eine deutsche Meile im Umfange hat, ist ein Wirthshaus, eine Mayerey und ein Molkenhaus. Diese Anlagen gaben mir Gelegenheit noch vier andere Küchen zu bauen; nemlich zwey für das Wirthshaus, eine für die Meyerey, und eine für das Molkenhaus. Die Bestimmung dieser Küchen war so verschieden, daß sie nicht allein jeden Proceß des Kochens in sich begriffen, sondern auch Gelegenheit darboten, dieselben Operationen nach einem verschiednen Maaßstabe vorzunehmen und folglich viele interessante Versuche in Rücksicht der Behandlung der Feuerhitze und der Holzsparung anzustellen. Ich habe diese Gelegenheit nicht unbenutzt gelassen, einen Gegenstand genau zu untersuchen, der schon lange meine Aufmerksamkeit gefesselt hatte und der für mich sehr interessant war. Da die Versuche, die in diesen verschiednen Anstalten während 6 oder 7 Jahren angestellt wurden, zu zahlreich sind, als daß sie alle einzeln angeführt werden könnten, so will ich mich begnügen die allgemeinen Ergebnisse (results) derselben anzugeben, und nur die wichtigsten besonders auszeichnen. Ich halte es für unnöthig, mich über die eigenthümliche Bauart dieser Küchen weitläufig einzulassen, da mit allen viele Abänderungen vorgenommen sind, und keine derselben ihre erste Einrichtung behalten hat. Gelegentlich werde ich

die

die Grundsätze angeben, nach welchen sie erbauet wurden, und welche Fehler ich dabey wahrnahm. Aber wenn ich auf die Verbesserungen komme, welche die Probe der Erfahrung ausgehalten haben, und die ich als nachahmungswürdig empfehlen kann, so werde ich mich bemühen in meinen Beschreibungen sehr genau zu seyn.

Es wird nach den oben gesagten hoffentlich nicht schwer fallen, sich einen richtigen Begriff von der Bauart der Küche des Arbeitshauses, auch ohne Hülfe einer Zeichnung, zu machen. Die Küche der Militär-Akademie wurde nach einem andern Grundsatz angelegt. Anstatt alle Kessel von einem Feuerherde heitzen zu lassen, hatte jeder Kessel seinen eignen Herd; und obgleich alle Kessel mit doppelten Deckeln versehen waren, wie in der Küche des Arbeitshauses, so suchte man doch die mit dem Dämpfen entweichende Hitze nicht aufzufangen, sondern man ließ sie ungehindert in die Luft verfliegen. Denn man hatte durch Versuche, die in der Küche des Arbeitshauses angestellt waren, gefunden, daß bey einer gehörigen Behandlung des Feuers, wenn nemlich die Feuerhitze gerade hinreicht, die Flüßigkeit stark oder mäßig kochend zu erhalten, die Menge der erzeugten Dämpfe unbe-

trächt-

trächtlich ist, und die dadurch verfliegende Hitze die Mühe des Auffangens nicht belohnt. Jeder Feuerherd hatte einen eisernen Rost, auf dem das Holz brannte. Die Oeffnungen zum Feuerherde und zur Aschengrube waren jede mit besondern eisernen Thüren versehen.

Da ich hernach bemerkte, daß die eiserne Thür vor der Oeffnung, in welche das Holz auf den Herd gelegt ward, zu heiß wurde, und daß dieß mithin einen beträchtlichen Verlust des Wärmestoffs veranlaßte, so wurde, um diesem Uebel, ohne neue Kosten auf doppelte Thüren verwenden zu müssen, abzuhelfen, die eiserne Thür weggenommen, und an ihrer Stelle ein hohler Zylinder oder vielmehr abgestumpfter Kegel von gebranntem Thon oder gemeiner irdner Waare angebracht. Dieser Kegel war an seinem breiten Ende 4 Zoll lang, 6 Zoll im Durchmesser innerlich, und 8 Zoll im Durchmesser äußerlich; an seinem spitzern Ende 5½ Zoll im Durchmesser innerlich und 7½ Zoll im Durchmesser äußerlich. Er wurde in die Oeffnung des Feuerherds mit seiner Axe in einer wagerechten Stellung gebracht, mit dem breitern Ende nach auswärts befestigt und mit dem Mauerwerk durch Mörtel verbunden, so daß seine Höhlung nun das Loch bildete, wodurch das

Holz

Holz auf den Feuerherd gelegt ward. Diese Oeffnung wurde mit einem passenden Stopfer von gebranntem Thon verschlossen. Da dieser Körper ein Nichtleiter des Wärmestoffs ist, oder da die Hitze ihn nur langsam und mit großer Schwierigkeit durchdringt, so war die äußere Oberfläche dieses Kegels und seines Stopfers niemals stark erhizt; folglich war die Menge des Wärmestoffs, den sie der Atmosphäre mittheilten nur sehr gering. Diese Vorrichtung wurde hernach viel einfacher eingerichtet; indem man statt des hohlen Kegels einen Ziegel wählte, 10 Zoll ins gevierte und $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit einem rundem Loch in der Mitte $5\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten und 6 Zoll im äußern Durchmesser, der mit einem gebrannten irdnen Stöpfer versehen war. (S. Kupf. Tafel I, Abbild. No. 6. 7. u. 8.)

Ein viereckigter Ziegel mit einem Loch ist einem hohlen Zylinder als Oeffnung für den Herd deshalb vorzuziehen weil er nicht allein wohlfeiler, stärker und dauerhafter ist, sondern weil er auch wegen seiner Gestalt leicht an seinem Platze befestigt und mit dem Mauerwerke verbunden werden kann. Wenn man sich zu diesen durchlöcherten Ziegeln nebst ihren Stopfern gute Modelle verschafft, so kann man sie für eine Kleinigkeit verfertigen lassen.

In

In München verfertiget sie der Hoftöpfer von der besten Erde, und ein Ziegel mit seinem Stopfer kostet nur 24 Kreutzer. Ich ließ verschiedene von einem Steinhauer aus Sandstein hauen, allein ein solcher kostete mir 1 Gulden und 30 Kreutzer. Obgleich diese leztern sehr zweckmäßig waren, so fand ich sie doch nicht vorzüglicher, als die von gebrannter Steinwaare, und da die letztern viel wohlfeiler und eben so dauerhaft sind, so verdienen sie den Vorzug. Damit der Stopfer in die Oeffnung genau einpasse, und sie verschließe, (welches durchaus nöthig ist, wie man in der Folge sehen wird) so kann man sie mit feinem nassen Sande glätten.

Da ich mich gleich anfänglich überzeugte, wie wichtig es sey, so unumschränkter Herr der Luft, die man zur Unterhaltung des Feuers in den Feuerherd läßt, zu bleiben, daß man sie nach Gefallen mehr oder weniger zulassen, oder ganz ausschließen kann, so sahe ich bey allen meinen Feuerherden vorzüglich darauf, die Oeffnung in die Aschengrube mit einer genau passenden Thür fest zu verschließen, und der Luft nur durch ein halbrundes Loch in der Mitte der Thür, woran ein Register befindlich ist, den Zugang zu verstatten. Diese Vorrichtung ist bey allen gutangelegten Feuerherden unumgänglich nöthig, sie

mögen groß oder klein seyn (S. Kupfertafel II. Abbild. 9 bis 16.)

Bey meiner Einrichtung gebrauchte ich eine große Menge Kessel, und oft von derselben Größe. Ich benutzte diesen Umstand durch Versuche zu bestimmen, welche Gestalt für die Kessel die beste, oder welche Gestalt derselben zur Holzsparung am zweckmäßigsten sey. Zwey oder mehrere kupferne Kessel von einerley Größe und Dicke, aber von verschiedner Gestalt, wurden auf einerley Weise in einen verschlossenen Feuerherd eingemauert, und eine gewisse Zeit zu einerley Küchengeschäften gebraucht. Die unter jeden verbrauchte Feurung wurde genau aufgezeichnet, und so die Vortheile ihrer verschiednen Gestalt ausgemittelt. Einige dieser Kessel waren tief und enge, andere weit und flach; einige hatten einen flachen, andere einen kugelförmigen Boden, und bey noch andern war der Boden einwärts in die Höhe gezogen wie bey den gewöhnlichen gläsernen Bouteillen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren sehr interessant und führten mich zu einer äußerst wichtigen Entdeckung. Sie lehrten mich, nicht allein welche Gestalt für Kessel am zweckmäßigsten ist, sondern auch (und dieß ist noch wichtiger) warum eine Gestalt vor der andern

den

den Vorzug verdient. Sie gaben mir neues Licht über die Art wie die Flamme und der heiße Dampf ihren Wärmestoff absetzen, und gaben mir die Idee zu einer sehr wichtigen Verbesserung der innern Bauart der Feuerherde, deren ich mich seitdem mit dem besten Erfolge bedient habe.

Um aber diesen Gegenstand deutlich und befriedigend ins Licht zu setzen, und ihn für diejenigen, welche in dergleichen Untersuchungen nicht geübt sind, gemein verständlicher zu machen, so ist nöthig, etwas zurück zu gehen, und ihn in wissenschaftlicher Ordnung abzuhandeln. Es war freylich nicht meine Absicht, eine eigne Abhandlung über die Feuerhitze zu liefern, allein da man die ersten Grundsätze dieser Wissenschaft nothwendig kennen muß, um die practischen Regeln und Vorschriften über die Behandlung der Feuerhitze, die ich in der Folge empfehlen werde, auf einen festen Grund zu bauen, so wird man es nicht für überflüssig oder zwecklos halten, wenn ich diese Materie weitläuftiger betrachte.

Ich habe mir vielleicht dadurch schon Tadel zugezogen, daß ich in dieser Abhandlung so wenig Methode beobachtete, und die Untersuchung der ersten Grundsätze der Wissenschaft, wovon ich handle, so lange zurücksetzte. — Man ist vielleicht der

Meynung, daß die folgenden Unterſuchungen allen andern-Forſchungen hätten vorgehen müſſen, daß ſie, ſtatt in der Mitte des Buchs abgehandelt zu werden, gleich in der Einleitung oder im Anfang des erſten Capitels hätten erörtert werden ſollen. — Aber wenn ich mich bey der Anordnung meines Buchs eines Fehlers ſchuldig gemacht habe, ſo iſt dieß mehr einem Irrthum meiner Beurtheilung, als einem Mangel der Aufmerkſamkeit zuzuſchreiben. Ich ſtrebte mehr darnach ein nützliches Buch zu ſchreiben, als der Verfaſſer eines glänzendes Werks zu werden und ich machte mir kein Gewiſſen daraus, die angenommenen Regeln der äſthetiſchen Darſtellung da zu vernachläßigen, wo ſie meinem Hauptzweck, der öffentlichen Gemeinnützigkeit im Wege zu ſtehen ſcheinen. — Ich überzeuge mich vollkommen, daß mein Buch, wenn es wirklich Nutzen ſchaffen ſoll, von vielen geleſen werden muß, die weder Zeit noch Luſt haben, ſich durch eine wiſſenſchaftliche Abhandlung über einen ſchwierigen und dunkeln Gegenſtand durchzuarbeiten. Daher habe ich mich bemüht, meine Leſer mehr in die Lage und Stimmung hineinzulocken, worin ich ſie zu ſehen wünſche, wenn ſie ſich einen vollſtändigen Ueberblick des Gegenſtandes, den ich ihnen vorgelegt habe, verſchaffen wollen, als ſie gewaltſam hinein zu zwingen.

Wenn

Wenn ich mich hierbey einiger Künste bedient habe, so erwarte ich Verzeihung. Meine Absicht war nicht allein unschuldig, sondern sie berechtigt mich sogar, Dank und Achtung von den Lesern zu fordern. Ich wünschte sie so weit als möglich fortzulocken, ohne daß sie die Schwierigkeiten des Weges gewahr werden sollten; und nun da wir so weit mit einander gegangen, und dem Ende unsrer Reise nahe sind, so hoffe ich, daß sie mich nicht verlassen werden.

II. Capitel.

Ueber die Erzeugung des Wärmestoffs bei Verbrennung der Brennstoffe. — Ohne das Wesen des Wärmestoffs zu kennen, kann man dennoch die Gesetze seiner Wirkungsart erforschen. — Wahrscheinlichkeit, daß die Luft und nicht der Brennstoff die Hitze bey der Verbrennung hergebe. — Erklärung der Wirkung des Blasens in das Feuer. — Von Feuerherden, worin sich das Feuer selbst anbläset. — Von Windofen. — Das Verhalten dieser Feuerherde durch Argands Lampe erläutert. — Es ist sehr wichtig, die Menge der Luft, die in den verschlossenen Feuerherd dringt, in seiner Gewalt zu haben. — Nutzen der Klappen oder Dämpfer in den Schornsteinen verschlossener Feuerherde. — Allgemeine Regeln und Vorschriften, um verschlossene Feuerherde anzulegen, nebst einer vollständigen Erklärung der Grundsätze, worauf sich diese Regeln gründen.

Ohne mich in jene dunkeln und höchst schwierigen Forschungen über das Wesen des Feuers einzulassen, worüber die Meynungen der Philosophen aller Zeiten getheilt waren; — ohne bestimmen zu wollen ob es ein solches Ding als eine feurige Flüssigkeit gibt oder nicht, — ob das was wir Hitze (Wärmestoff)

meſtoff) nennen, durch Anhäufung oder vermehrte Thätigkeit einer ſolchen Flüſſigkeit hervorgebracht werde; — oder ob ſie bloß von einer vermehrten Bewegung der Beſtandtheile des erhitzten Körpers entſtehe oder von irgend einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, wovon jene Beſtandtheile umgeben ſeyn, und auf die ſie wirken, oder durch die ſie in Thätigkeit geſetzt werden ſollen; — Kurz ohne mich mit dem Leſer in dieſem endloſen Labyrinth der Dunkelheit und Ungewißheit zu verirren, will ich meine Forſchungen auf nützlichere Gegenſtände, die dem menſchlichen Faſſungsvermögen leicht begreiflich gemacht werden können, beſchränken. Dahin rechne ich z. B. die Entdeckung der ſinnlichen Eigenſchaften des Wärmeſtoffs, die vortheilhafteſten Methoden ihn zu erzeugen und ihn mit Gewißheit und Erfolg bey allen den Proceſſen zu leiten, wobey er in der Haushaltung angewendet wird.

Ob ich gleich nicht zu beſtimmen wage, was der Wärmeſtoff eigentlich iſt, und eben ſo wenig Meynungen und Vermuthungen darüber vorzubringen geſonnen bin, ſo muß ich doch, da er offenbahr die Fähigkeit beſitzt, erregt oder erzeugt, vermehrt oder angehäuft, gemeſſen und von einem Körper auf den andern übertragen zu werden, von ihm

sagen, daß man ihn erzeugen, einschließen, leiten, zerstreuen könne. Denn ich muß mich dieser Ausdrücke bedienen um mich verständlich zu machen.

Es ist zwar nicht bekannt, wie viel Wärmestoff bey der Verbrennung einer gewissen Menge irgend eines Brennstoffs erzeugt werden könne; allein es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Menge größtentheils von der Behandlung des Feuers abhängt. Auch ist es sehr wahrscheinlich — und vielleicht völlig gewiß — daß der erzeugte Wärmestoff nicht bloß den Brennstoffen, sondern größtentheils, wo nicht ganz, der Luft, die das Feuer nährt und unterhält, seine Entstehung verdankt. Es ist bekannt, daß Luft bey der Verbrennung unumgänglich nöthig ist; es ist ferner bekannt, daß der reine Theil der atmosphärischen Luft (der etwa $\frac{1}{3}$ des Ganzen ausmacht) welcher allein die Kraft besitzt, die Verbrennung brennbarer Körper zu bewirken, hierbey eine merkliche Veränderung erleidet, oder wirklich bey diesem Proceß zersetzt wird. Da nun bey dieser Zersetzung der reinen Luft eine große Menge Hitze entbunden oder angehäuft wird, so haben viele daraus den sehr wahrscheinlichen Schluß gezogen, daß bey weiten der größte Theil der Feuerhitze, die sich bey der Verbrennung brennbarer Körper erzeugt,

aus

aus dieser Quelle ihren Ursprung nimmt. — Aber es mag nun die Luft oder der Brennstoff den Wärmestoff hergeben, so scheint es doch völlig gewiß zu seyn, daß die Menge desselben sehr von der Behandlung des Feuers abhängt, und daß sie in dem Maaße größer ist, je vollkommner die Verbrennung oder Zersetzung des Brennstoffs erfolgt. Höchst wahrscheinlich hält die Zersetzung der Luft mit der Zersetzung des Brennstoffs gleichen Schritt.

Es ist allgemein bekannt, daß die Verzehrung des Brennstoffs sehr beschleunigt und der Grad der Hitze verstärkt wird, wenn die Luft, die das Verbrennen bewirkt, ununterbrochen und mit einer gewissen Schnelligkeit dem Feuerherde zuströmt. Daher trägt das Anblasen des Feuers, wenn der Luftstorm gehörig geleitet wird, und nicht zu stark ist, zur Beschleunigung der Verbrennung und zur Verstärkung der Hitze bey. Aber wenn man das Blasen nicht gehörig leitet, so dient es mehr dazu, das Verbrennen zu verhindern als zu befördern, und wenn es gar zu stark ist, so wird das Feuer gänzlich ausgelöscht. Es giebt kein auch noch so starkes Feuer, welches nicht durch hinlänglich starkes Blasen des Windes ausgelöscht werden könnte, und zwar eben so unfehlbar gewiß, als durch einen Strom kaltes Wasser. Sogar Schießpulver, vielleicht

Aber ein Feuerherd, der vollkommen seyn soll, muß so angelegt seyn, daß die Verbrennung der Feurung und die Erzeugung der Hitze gelegentlich beschleunigt oder verzögert werden kann, ohne die Feurung vermehren oder vermindern zu dürfen. Wenn der Herd verschlossen ist, so kann dieß leicht durch ein Zugloch in der Thür der Aschengrube geschehen. Denn da dieß schnellere Verbrennen von der Menge der Luft abhängt die das Feuer unterhält, so kann man durch mehr oder minderes Oeffnen des Zuglochs mehr oder weniger Luft in den Feuerherd strömen lassen, folglich wird mehr oder weniger Feurung verzehrt und mehr oder weniger Hitze erzeugt. (Die Zeichnung 9 zeigt die Gestalt des Zuglochs, wie ich sie gewöhnlich machen lasse).

Damit dieß Zugloch die gehörige Wirkung leiste, so muß man in dem Schornstein oder Rauchfange eine Klappe oder einen Dämpfer anbringen, der mehr oder weniger geöffnet werden kann, je nachdem man mehr oder weniger Luft in den Feuerherd zulassen will. Dieß Zugloch und der Dämpfer sind auch dazu sehr gut zu gebrauchen, um das Feuer auf einmal auszulöschen; denn sobald beyde geschlossen sind, so verlischt das Feuer augenblicklich, und die halb verbrannte Feurung wird, anstatt

sie

ſie ohne Nutzen fortbrennen zu laſſen, erſpart. Eben dieſe Wirkungen kann man auch ohne Dämpfer hervorbringen, wenn man den Rauch, nachdem er den Feuerherd verlaſſen hat, einige Fuß tief unter die Höhe des Roſts, worauf die Feurung brennt, ſinken läßt, ehe er in den Schornſtein empor ſteigt.

Ein andrer wichtiger Umſtand, worauf man bey Anlage eines Feuerherdes vorzüglich achten muß, iſt die rechte Zurichtung und Lage der Feurung. Denn damit die Verbrennung gut von ſtatten gehe, muß nicht allein die Feurung ihren rechten Platz haben, ſondern ſie muß auch gehörig zugerichtet und gelegt ſeyn; nemlich die feſten Theile des Brennſtoffes müſſen eine gehörige Größe haben, die einzelnen Stücke müſſen nicht zu nahe an einander liegen, daß ſie den freyen Zug der Luft zwiſchen ſich nicht verhindern, noch auch zuweit von einander entfernt ſeyn. Ueberdies iſt es ſehr gut, wie ich aus eigner Erfahrung weiß, wenn der Herd ſo eingerichtet iſt, daß einzelne Stücke Feurung, ſo wie ſie durchs Verbrennen an Größe abnehmen, von ſelbſt in der Mitte des Feuerherdes zuſammen fallen. Bey kleinen Feuerherden, wo es am nöthigſten iſt, kann man es dadurch bewirken, daß man die Feurung auf einen Roſt brennt, der die Geſtalt eines Abſchnitts einer hohlen Kugel oder einer Schüſſel hat.

hat. (S. Kupfertaf. I. Abbild. 3 und 4.) Ich bediene mich auch jetzt keiner andern Roste mehr, auſſer bey sehr breiten und groſsen Feuerherden. Wenn man zur Feurung Holz gebraucht, so muſs man es in kleinen Stücken zu 4 bis 6 Zoll Länge schneiden lassen. Statt der eisernen Roste, habe ich kürzlich Roste von gebrannter irdner Waare oder vielmehr hohle Schüsseln oder Pfannen eingeführt, die mit vielen Löchern zum freien Durchzug der Luft versehen sind. Diese irdnen durchlöcherten Pfannen, die sehr dick und stark gemacht werden, sind viel wohlfeiler als die eisernen Roste, und nach meinen Erfahrungen, leisten sie bessere Dienste als jene, wovon der Grund nicht schwer aufzufinden ist. Zuweilen habe ich für groſse Feuerherde Roste machen lassen, deren Stäbe aus gemeinen Backsteinen bestanden, die eckigt gemauert waren, und auch diese Roste haben ihren Entzweck vollkommen erfüllt.

Da nun der Theil der Luft, welcher wirklich zersetzt wird, indem sie auf die gehörige Weise, und in der gehörigen Menge dem Feuerherde zu strömt, und mit der brennenden Feurung in wirkliche Berührung kommt, zur Erzeugung des Wärmestoffs beyträgt; so ist es einleuchtend, daſs alle Luft, die ohne zersetzt zu werden, ihren

Weg

Weg in den Feuerherd und wieder aus denselben findet, ein Dieb ist; daß sie nicht nur nichts zur Erhitzung beyträgt, sondern sich auch auf Kosten des Feuers erhitzt, und, indem sie heiß durch den Schornstein verfliegt, einen wirklichen Verlust der Wärme verursacht. Dieser Verlust ist oft sehr beträchtlich, und die Verhütung desselben ist so wichtig, daß man bey Anlage der Feuerherde nicht Aufmerksamkeit genug darauf verwenden kann.

Wenn der Feuerherd auf allen Seiten durch eine Wand eingeschlossen ist, und die Oeffnung, wodurch man die Feurung einlegt, zugehalten wird, so kann keine Luft von der Seite auf das Feuer stossen. Allein wenn der Rost breiter ist als der Haufen brennender Feurung, wie es oft der Fall sein muß; so stiehlt sich eine Menge Luft durch die Seiten des Rosts in den Feuerherd, ohne durch die Flamme zu gehen. Aber wenn man anstatt eines eisernen Rosts, eine durchlöcherte hohle irdne Pfanne nimmt, deren Boden eine Dicke von 2, 3, oder 4 Zoll hat, und alle Luftlöcher nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunct, wo der Brennpunct des Feuers ist, richtet, so kann dieses diebische Hineinströmen der kalten Luft in den Feuerherd größtentheils verhütet werden. Diesem Uebel kann man auch bey dem Gebrauch eiserner

eiserner Rosten, dadurch vorbeugen, wenn man den Feuerherd dicht unter dem Rost in der Gestalt eines umgekehrten abgestumpften hohlen Kegels verengert, so daß dessen obere Oeffnung oder Durchmesser dem innern Durchmesser des kreisförmigen Randes, des Rostes gleich ist, der untere aber, durch den die Luft in den Feuerherd tritt, ungefähr ⅔ jenes Durchmessers ausmacht. (S. Kupfertaf. I. Abbild. 5.) Diese untere Oeffnung muß unmittelbar unter dem Mittelpunct des Rosts, und so nahe als möglich, seyn. Jedoch muß man zwischen der äußern oder untern Seite der eisernen Stäbe des Rosts und der innern Oberfläche des umgekehrten Kegels einen kleinen Zwischenraum lassen, damit die Asche in die Aschengrube fallen kann.

Die Gestalt und Größe der Aschengrube ist völlig gleichgültig, nur muß sie weit genug sein, um der zur Unterhaltung des Feuers nöthigen Luft einen freyen Durchzug zu verstatten. Ueberdies muß ihre Oeffnung, wodurch die Luft eintritt, mit einer genau passenden Thür, die mit einem Zugloch versehen ist, verschlossen werden können. Die Nothwendigkeit völlig Meister von dem Wege, wodurch die Luft eindringt, zu seyn, ist schon oben hinlänglich erörtert. — Es ist vielleicht kaum nöthig hier noch

noch zu erinnern, daß die Luftlöcher in den irdnen Pfannen, die man ſtatt der eiſernen Roſten gebrauchen will, oben enger als unten ſeyn müſſen, damit ſie nicht von kleinen Kohlen und Aſche verſtopft werden.

Ein groſſer Vortheil der nach obigen Vorſchriften eingerichteten Feuerherde beſteht auch darin, daß ſie ſich zu allen Arten von Feurung ſchicken. Man kann darauf ohne Unterſchied, mit gleicher Leichtigkeit und gleichen Vortheilen, Holz, Steinkohlen und Torf brennen. Auch kann man zwey oder mehrerer verſchiednen Brennſtoffe zugleicher Zeit ohne alle Unbequemlichkeit gebrauchen. Ja wenn man das Feuer mit trocknem Holze oder einem andern brennbaren Material angezündet hat, ſo kann man die Hitze hernach durch eine wohlfeilere Feurung, die ſchwieriger und langſamer brennt, unterhalten. — Einige Brennſtoffe ſind vielleicht vortheilhafter, den Topf zum kochen zu bringen, und andere, ihn kochend zu erhalten. Dieſer Umſtand würde wahrſcheinlich zu anſehnlichen Erſparungen Anlaß geben, wenn man ihn mit gehöriger Aufmerkſamkeit beachtete.

Ich habe oben gezeigt, daß die Verengerung desjenigen Theils des Feuerherdes, der unter dem

Roſt liegt, dazu dient, daß die Luft auf eine vortheilhaftere Weiſe einſtrömt. Dieſe Einrichtung hat aber einen noch wichtigern Nutzen. Die Hitze, die zwiſchen den Stäben des Roſtes niederwärts dringt, wird, anſtatt in der Aſchengrube verloren zu gehen, von den beyden Seiten des umgekehrten hohlen Kegels, wogegen ſie ſich ſtößt, aufgehalten, und ſteigt wieder mit dem Luftſtrome, der das Feuer unterhält, zum Feuerherde empor oder wird unmittelbar von dieſer kegelförmigen Oberfläche zurückgeworfen, ſo daß ſie nach zwey oder drey Sprüngen von Seite zu Seite, wieder unter den Boden des Keſſels ſchlägt.

Aber um ſich von dieſem Gegenſtande einen klaren und deutlichen Begriff machen zu können, muß man alle Umſtände genau prüfen, die ſich bey der Verbrennung brennbarer Körper ereignen, und unterſuchen, wie und unter welcher Geſtalt die erzeugte Hitze ſich äußert, und wie ſie geſammelt aufgehäuft, eingeſchloſſen und geleitet werden kann.

Hier öffnet ſich ein weites Feld für philoſophiſche Forſchungen. — Da aber dieſe Unterſuchungen nicht allein intereſſant und unterhaltend ſondern auch im hohen Grade nützlich und wichtig ſind,

so werden es mir die Leser verzeihen, wenn ich mir ihre vorzügliche Aufmerksamkeit bey Behandlung dieser höchst interessanten aber zugleich sehr dunkeln und schwierigen Materie erbitte.

Der während der Verbrennung der Brennstoffe erzeugte Wärmestoff offenbahrt sich auf zwey Wegen; nemlich in dem heißen Dampfe, der von der Flamme empor steigt, womit er gleichsam gebunden ist, und in den Wärmestrahlen (calorific rays) die sich von dem Feuer nach allen Richtungen verbreiten. Diese Strahlen können eigentlich mehr erhitzend (calorific) (d. i. fähig in allen Körpern, von denen sie aufgefangen werden, Hitze zu erzeugen) als heiß genannt werden. Denn wenn sie frey durch einen Mittelkörper durch gehen (z. B. durch eine Masse Luft) so theilen sie einem solchen Mittelkörper gar keine Hitze mit; auch scheinen sie keinen hohen Grad der Hitze im Körper zu erregen, von deren Oberfläche sie zurückgeworfen werden, und in dieser Hinsicht haben sie eine vollkommne Aehnlichkeit mit den Sonnenstrahlen.

In welchem Verhältniß diese strahlende Hitze (radiant heat) (wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf) mit derjenigen steht, die von

brennenden Körper im Rauch und heißen Dampf entweicht, iſt nicht genau beſtimmt. Indeß iſt ſo viel gewiß, daß weit mehr Wärmeſtoff in den heißen elaſtiſchen Flüſſigkeiten ſichtbar und unſichtbar vom Feuer verfliegt, als alle Wärmeſtrahlen zuſammengenommen hervorbringen könnten. Aber obgleich die Menge des ſtrahlenden Wärmeſtoffs geringer iſt als der in dem heißen Dampf befindliche (den man zum Unterſchiede gebundnen Wärmeſtoff (combined heat) nennen könnte) ſo iſt erſterer doch noch zu bedeutend, als daß er überſehen werden darf.

Daß die Hitze, welche von den aus brennenden Körpern ausſtrömenden Wärmeſtrahlen erzeugt oder erregt wird, in der That beträchtlich iſt, beweißt die Hitze, welche man in einem von Caminfeuer erwärmten Zimmer fühlt. Denn da aller mit Rauch und heißem Dampfe gebundner Wärmeſtoff durch den Schornſtein entweicht, ſo iſt es ausgemacht, daß die Vermehrung der Wärme im Zimmer, die das Caminfeuer veranlaßt, lediglich den Wärmeſtrahlen zu zuſchreiben iſt, die von der brennenden Feurung ausſtrömen.

Man

Man kann die Wirksamkeit dieser Wärmestrahlen auf verschiednen Wegen zeigen, aber auf keine Weise auffallender, als durch folgenden einfachen Versuch. Man strecke, wenn das Feuer hell auf dem Herde brennt, den Arm mit geöffneter Hand, und mit ausgestreckten und nach den Feuer gerichteten Fingern, in gerader Linie gegen den Mittelpunct des Feuers. Wenn die Hand in der Entfernung von zwey bis drey Ellen vom Feuer bleibt, so wird die Hitze kaum fühlbar werden, das Feuer müßte denn sehr groß seyn. Aber wenn man, ohne den Arm zu bewegen, das Handgelenk aufwärts beugt, so daß man die flache Hand lothrecht dem Feuer zukehrt, so wird man die Hitze nicht nur sehr merklich fühlen, sondern man wird sie, wenn das Feuer groß ist und hell brennt, in solcher Stärke empfinden, daß man sie nicht ertragen kann.

Brennende Körper senden indeß nicht allein Wärmestrahlen aus. Alle Körper, feuerfeste und unverbrennliche sowohl, als entzündbare — flüßige, so gut als feste lassen diese Strahlen in großer Menge ausströmen, so bald sie bis zu dem Grade erhitzt sind, daß sie in der Dunkelheit leuchten, oder bis sie rothglühend sind. Auch so gar Körper, die im geringern Grade erhitzt sind als zu ihrem sichtbaren

baren Leuchten nöthig ist, senden Wärmestrahlen nach allen Richtungen aus. Dieß ist eine durch Versuche bewiesene Thatsache. — Worin das Wesen dieser Strahlen eigentlich bestehe lassen wir dahin gestellt seyn. Eine ihrer bekannten Eigenschaften ist die, daß sie Hitze erzeugt; auf diese muß man also bey allen Anlagen sein Augenmerk richten, wobey man Ersparung der Feuerhitze oder der Feurung zum Zweck hat.

Alle diese Wärmestrahlen erzeugen in dem Körper Hitze, von welchen sie aufgefangen oder verschluckt werden, aber nicht in dem Mittelkörper (medium) durch den sie hindurch gehen. Man muß also jenen Körpern, die sie aufzufangen bestimmt sind, eine solche Lage geben, daß sie die so empfangne Hitze leicht und nothwendig dem Körper mittheilen müssen, auf den sie wirken sollen.

Die von mir empfohlenen verschlossenen Feuerherde, die ich in der Folge näher beschreiben werde, erfüllen diesen Zweck vollkommen. Da in denselben das Feuer überall so wohl unter dem Rost als zur Seite, kurz aller Orten, außer wo der Boden des Kessels der Flamme zugekehrt ist, sich eingeschlossen befindet, so kann keiner dieser Strahlen entweichen.

Ueber-

Ueberdieß sind die Baumaterialien zu diesen Feuerherden, nemlich Backsteine und Mörtel, so schlechte Leiter der Hitze, daß nur ein kleiner Theil derselben davon eingesogen, der Mauer mitgetheilt und zerstreuet wird und auf die Art verlohren geht. Aber die Einschliessung der Hitze oder des Wärmestoffs ist ein so wichtiger Gegenstand, daß er in einem eignen Capitel abgehandelt zu werden verdient.

Licht hält, so wird das Ende derselben, woran man sie gefaßt hat, heißer werden als Holz, aber bey weiten in geringern Grade als ein metallner Nagel. Unter allen Körpern, womit man auf diese Art Versuche anstellen kann, giebt es vielleicht keine zwey, die den Wärmestoff mit gleicher Leichtigkeit durch ihre Bestandtheile durchlassen *).

Den Wärmestoff einschließen ist also nichts anders, als das Entweichen desselben aus dem heißen Körper, worin er befindlich ist, und worin er gesperrt bleiben soll, verhüten. Dieß kann nur dadurch bewirkt werden, daß man den heißen Körper mit einer Substanz umgiebt, die den Wärmestoff gar nicht, oder nur mit großer Schwierigkeit durchläßt. Wenn es für den Wärmestoff eine völlig undurchdringliche Hülle gäbe, so hätte man Grund zu glauben, daß ein damit mit umgebener erhitzter Körper

*) Um den Unterschied der Leitungskraft verschiedner Metalle zu zeigen, machte Ingenhouß folgenden Versuch. Er überzog völlig gleiche metallne Cylinder mit einer dünnen Decke von geschmolzenem Wachs. Dann hielt er das eine Ende dieser Cylinder in kochendes Wasser, und bemerkte, wie weit die Wachsdecke durch die Hitze des Metalls geschmolzen wurde, und wie schnell der Wärmestoff hindurch gieng.

per beſtändig heiß bleiben würde. Aber man kennt keine ſolche Materie in der Natur, und es iſt nicht wahrſcheinlich, daß eine ſolche vorhanden iſt.

Körper, die den Wärmeſtoff leicht oder ſchnell durchlaſſen heißen Leiter des Wärmeſtoffs; ſolche die ſie aber nur ſehr langſam oder mit Schwierigkeit durchlaſſen, Nichtleiter oder ſchlechte Leiter deſſelben. Die Beywörter, gut, ſchlecht, mittelmäßig, vortrefflich, u. ſ. w. werden ohne Unterſchied von Leitern und Nichtleitern gebraucht. Ein guter Leiter z. B. iſt ein ſolcher, der den Wärmeſtoff ſehr leicht durchläßt; ein guter Nichtleiter ein ſolcher, der ihn nur mit großer Schwierigkeit durchläßt. Ein mittelmäßiger Leiter kann auch mit gleichem Recht ein mittelmäßiger Nichtleiter genannt werden.

Solche Körper, welche die ſchlechteſten Leiter oder vielmehr die beſten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, ſchicken ſich am beſten zu Hüllen, den Wärmeſtoff einzuſchließen. — Alle Metalle ſind vorzüglich gute Leiter des Wärmeſtoffs; — Holz und überhaupt alle leichten, trocknen und ſchwammigen Körper ſind Nichtleiter; Glas, ob gleich ein harter und dichter Körper, iſt ein Nichtleiter. Queckſilber, Waſſer, und alle Flüſſigkeiten ſind Leiter; aber Luft

und

und überhaupt alle elaſtiſche Flüſſigkeiten, den Dampf nicht ausgenommen, ſind Nichtleiter.

Einige kürzlich angeſtellte Verſuche, die noch nicht bekannt gemacht ſind, laſſen mich vermuthen, daß Waſſer, Queckſilber und alle nicht elaſtiſchen Flüſſigkeiten den Wärmeſtoff nicht von Theil zu Theil durch ſich durchlaſſen, wie er ohne Zweifel durch alle feſte Körper durchgeht; ſondern daß ihre Leitungskräfte weſentlich von der großen Beweglichkeit ihrer Theile abhängen, kurz daß ſie den Wärmeſtoff mehr fortſchaffen (transport) als ihm einen Durchgang erlauben. Doch ich will jetzt nichts vorwegnehmen, was ich zu einer andern Zeit weitläuftiger abzuhandeln gedenke.

Die Leitungskraft eines feſten Körpers in ſeiner unzertrennten Maſſe iſt viel größer, als wenn derſelbe Körper zu Staub zerſtoßen oder in kleinere Stücke zertheilt iſt. Eine eiſerne Stange oder Platte z. B. iſt ein beſſerer Wärmeſtoffleiter als Eiſenfeile, und Sägeſpäne ſind ein beſſerer Nichtleiter als Holz; trockne Holzaſche iſt ein noch beſſerer Nichtleiter als beyde; der allerbeſte Nichtleiter aber iſt ſehr trockne und zum feinſten Pulver geſtoßne Holzkohle. Da die Holzkohle völlig unverbrennbar iſt, wenn ſie an einem Orte, zu dem keine friſche Luft Zutritt hat, einge-

eingeschlossen wird, so schickt sie sich ganz vorzüglich dazu, den Wärmestoff einzusperren, zumal wenn die Hitze sehr stark ist. — Aber unter allen Substanzen, deren man sich als Hüllen zur Einschließung des Wärmestoffs bedienen kann, ist keine mit größerem Vortheil zu gebrauchen, als gemeine atmosphärische Luft. Die Natur bedient sich ihrer zu dem Endzweck und wir können nichts beßres thun als ihr nachahmen.

Die Wolle, das Pelzwerk der Thiere und die Federn der Vögel verdanken ihre Wärme ohne allen Zweifel der in ihren Zwischenräumen befindlichen Luft. Da die Luft von diesen Körpern stark angezogen wird, so wird sie eingesperrt, und bildet eine Schutzwand, die sowohl die kalten Winde von dem Körper des Thieres abhält, als auch verhindert, daß der Wärmestoff aus dem Körper des Thiers in die Atmosphäre entweichen kann. Auf eben dieselbe Weise erhält die Luft im Schnee den Wärmestoff den Winter über in der Erde. Die Wärme aller künstlichen Bekleidung hängt von eben dieser Ursache ab; und wenn man diesen Umstand genauer kennte und mehr beachtete, so müßten wichtige Verbesserungen bey Behandlung des Wärmestoffs davon die unfehlbaren Folgen seyn. Ein großer Theil unsers Lebens

wird

oder einem andern heißen Lande das ich bereiset habe, doppelte Fenster gesehen zu haben.

Aber der Nutzen doppelter Fenster und doppelter Wände sowohl in heißen als kalten Ländern ist so wichtig, daß ich Gelegenheit nehmen werde, davon an einem andern Orte weitläuftiger zu handeln. Indeß will ich hier nur so viel bemerken, daß nicht die doppelten Glasscheiben, sondern die zwischen den beyden Fenstern eingeschloßne Luft, dem Wärmestoffe den Durchgang erschwert. Hienge dieß bloß von der Dicke des Glases ab, so würden zwey mal so dicke Glasscheiben eben die Wirkung haben. Allein die vermehrte Dicke der Fensterscheiben hat noch nie ein Zimmer wärmer gemacht.

Aber die Luft ist nicht nur ein Nichtleiter des Wärmestoffs, sondern ihre nicht leitende Kraft kann noch mehr vermehrt werden. Um sich einen richtigen Begriff zu machen, wie die Luft ein schlechter Wärmestoffleiter, oder was einerley ist, ein beßrer Nichtleiter derselben wird, als sie in ihren natürlichen freyen Zustande ist, so muß man die Art, wie die Luft den Wärmestoff durchläßt, beachten. Nun erhellet aus den Ergebnissen viele Versuche, die ich zur Untersuchung dieses Gegenstandes angestellt und in der Gesellschaft der Wissenschaften vorgelesen

geleſen habe*), daß obgleich jedes Luftheilchen für ſich ſelbſt Wärmeſtoff von andern Körpern annehmen, oder ihn andern Körpern mittheilen kann, dennoch keine Mittheilung des Wärmeſtoffs zwiſchen einem und dem andern einzelnen Luftheilchen ſtatt findet. Daraus folgt, daß wenn gleich die Luft Wärmeſtoff fortführt oder von einem Ort oder einem Körper zum andern überträgt (transport), dennoch eine ganze Maſſe von Luft in einem völlig ruhigen Zuſtande aller ſeiner Theilchen, wenn ſie in dieſem Zuſtande verbleiben könnte, für den Wärmeſtoff ganz undurchdringlich ſeyn, oder daß eine ſolche Maſſe von Luft ein vollkommner Nichtleiter ſeyn würde.

Wenn nun der Wärmeſtoff durch eine Maſſe Luft hindurch geht, bloß wegen der Bewegung, die er darin hervorbringt, wenn er in dieſem Falle fortgeſchafft — nicht durchgelaſſen wird, ſo iſt einleuchtend, daß alles, was die innere Bewegung der Luft hemmen und verhindern kann, die leitende Kraft derſelben vermindern muß, und dieß habe ich auch in der That ſo gefunden. Meine Verſuche zeigten, daß eine gewiſſe Menge Wärmeſtoff, der durch eine

*) S. Philoſophical tranſactions 1792.

eine $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Wand oder Schicht eingeschlossener Luft in 9$\frac{1}{2}$ Minuten seinen Weg fand, zu seinem Durchgange durch dieselbe Luftschicht 21$\frac{2}{3}$ Minuten gebrauchte, wenn man $\frac{1}{10}$ Theil Eiderdaunen, feines Pelzwerk oder feine Seide mit ihr vermischte.

Aber wenn man Körper mit der Luft mischt, um ihre innere Bewegung zu hemmen und sie zur Einschließung der Wärmestoffe geschickter zu machen, so muß man dazu bloß Nichtleiter des Wärmestoffs wählen, sonst stiftet man mehr Schaden als Nutzen, wie ich selbst aus Erfahrung weiß. Wenn ich statt der Eiderdaunen, des Pelzwerks oder der feinen Seide zu dieser Absicht eine gleiche Menge äußerst feinen geschlagenen Silberdrat gebrauchte, so war dem Wärmestoff der Weg durch die hemmende Luftschicht nicht nur nicht verschlossen, sondern vielmehr durch diesen Zusatz sehr erleichtert, indem diese Mischung von Luft und feinen Metallfäden den Wärmestoff leichter durchlies als die Luft allein gethan haben würde.

Ein andrer Umstand, worauf man bey der Wahl der Körper sehen muß die man mit Luft mischen will, um den Wärmestoff einzuschließen, ist die Feinheit und Zartheit ihre Theile. Denn je feiner sie sind, desto größer ist ihre Oberfläche in Ver-

hältniß ihrer Dichtigkeit und desto wirksamer werden sie die Bewegung in den Lufttheilchen verhindern. Grobes Pferdehaar würde diesen Endzweck viel schlechter erfüllen als der feine Pelz eines Biebers, obgleich höchst wahrscheinlich kein wesentlicher Unterschied in der chemischen Mischung der beyderley Haare statt findet. Aber nicht bloß die Feinheit der Theile eines solchen Körpers und seine Eigenschaft als Nichtleiter, machen ihn allein geschickt, als ein Einschließer des Wärmestoffs gebraucht zu werden. Es giebt noch eine andere — aber verborgene — Eigenschaft, die darauf einen großen Einfluß zu haben scheint, daß manche Körper zu diesem Gebrauch passender sind als andere. Dieß ist eine gewisse Anziehung, die zwischen gewissen Körpern und der Luft statt findet. Man weiß, wie hartnäckig die Luft dem feinen Pelzwerke der Thiere und den Federn der Vögel anhängt; und man kann leicht darthun, daß diese Anziehung sehr wirksam die Bewegung, der in den Zwischenräumen jener Körper befindlichen Luft, verhüten, und folglich den Durchgang des Wärmestoffs durch dieselben verhindern muß.

Vielleicht giebt es eine noch verborgnere Ursach die eine Substanz zur Einschließung des Wärmestoffs geschickter macht als die andere. Ich habe

durch

durch einen unbezweifelt richtigen Versuch dargethan *), daß der Wärmestoff durch den torricellischen leeren Raum hindurch gehen kann; obgleich mit mehr Schwierigkeit als durch Luft (denn die Leitungskraft der Luft verhält sich zu der des torricellischen leeren Raums wie 1000 zu 604 oder beynahe wie 10 zu 6). Aber wenn der Wärmestoff einen Durchgang findet, wo keine Luft ist, so muß er in dem Falle noch durch einen feinern Mittelkörper, als Luft ist, hindurchdringen; — eine Substanz, die höchst wahrscheinlich alle festen Körper mit der größten Leichtigkeit durchdringt, und die gewiß auch entweder das Glas oder das Queckſilber durchdringt, die man bey der Verfertigung des torricellischen leeren Raums gebraucht hat.

Doch die Art und Weise, wie der Wärmestoff dem einen Körper von dem andern mitgetheilt wird, mag seyn welche sie wolle, so ist doch so viel zur Gnüge bewiesen, daß er mit großer Schwierigkeit durch eingeschlossene Luft dringt. Die Kenntniß dieser Thatsache ist sehr wichtig, da sie uns die Maaßregeln an die Hand giebt, wie wir mit Sicher-

*) S. meine Versuche über den Wärmestoff in Philosophical transations Vol. 76.

heit und Leichtigkeit den Wärmestoff einschließen, und seine Wirksamkeit auf nützliche Zwecke richten können.

Aber die atmosphärische Luft ist nicht der einzige Nichtleiter des Wärmestoffs. Alle Luftarten, künstliche sowohl als natürliche, und überhaupt alle elastische Flüssigkeiten, den Dampf nicht ausgenommen, scheinen diese Eigenschaft in eben so vollkommen Grade zu besitzen, als die atmosphärische Luft.

Daß der Dampf ein Nichtleiter des Wärmestoffs sey, bewies ich durch folgenden Versuch. Ich verschaffte mir eine große runde Bouteille von sehr dünnem und durchsichtigen Glase mit einem engen Halse, deren Boden einwärts gieng, so daß er eine hohle Halbkugel etwa 6 Zoll im Durchmesser bildete. Diese Bouteille die etwa 8 Zoll im Durchmesser hielt, wurde mit kaltem Wasser gefüllt, und auf einen Dreyfuß in eine flache kupferne Schüssel, ungefähr 10 Zoll im Durchmesser, die etwas Wasser (etwa $\frac{1}{2}$ Zoll tief) enthielt, gestellt. Dann wurde eine Lampe mit Spiritus unter die Mitte dieser Schüssel gesetzt. Nach wenigen Minuten fieng das Wasser in der Schüssel an zu kochen und die Höhlung in dem Boden der Bouteille füllte sich mit Dampfwolken, die sich 4 bis 5 Minuten mit erstaunlicher Schnelligkeit

tigkeit im Kreise herumtrieben, hernach sich aber allmählig aufhellten, nachdem sie eine Menge Luft unter der Bouteille hervor getrieben hatten. Nach 8 oder 10 Minuten (als meiner Vermuthung nach die bey dem Dampf in der Höhlung der Bouteille zurück gebliebne Luft einerley Temperatur mit dem Dampf haben mogte) verschwanden diese Wolken gänzlich, und obgleich das Wasser mit großer Heftigkeit fortkochte, so wurde doch der Inhalt in der Höhlung der Bouteille so völlig unsichtbar, und es war so wenig von Dampf zu bemerken, daß fast Zweifel bey mir aufgestiegen wären, ob sich wirklich Dampf erzeugt hätte, wenn nicht beständig Streifen Wasser an ihren Seiten niedergetröpfelt wären. Da ich einen Augenblick die eine Seite der Bouteille aufhob, und etwas kalte Luft darunter treten ließ, so zeigten sich die Wolken sogleich wieder, trieben sich einige Minuten schnell im Kreise herum, und verschwanden dann allmählig wie vorhin. Dieser Versuch wurde verschiedne Male wiederholt, aber immer mit dem nämlichen Erfolg; der Dampf wurde immer sichtbar, wenn sich kalte Luft mit ihm mischte; er erhielt aber alsdann seine Durchsichtigkeit wieder, sobald ein Theil der Luft ausgetrieben war, und der zurückbleibende Theil die Temperatur des Dampfs erreicht hatte. Da ich bemerkte, daß der Dampf

durch

durch die unter die Bouteille gelaßne kalte Luft zum Theil verdichtet wurde und Wolken bildete, so war ich neugierig zu sehen, was für Erscheinungen sich ereignen würden, wenn ich einen kalten festen Körper unter die Bouteille brächte. Ich schloß so. Ist der Dampf ein Leiter des Wärmestoffs, so muß ein Theil desselben aus dem Dampfe in den kalten Körper treten und es müssen sich folglich Wolken bilden. Ist der Dampf aber ein Nichtleiter, das heißt, kann ein einzelnes Theilchen Dampf einen Theil seines Wärmestoffs seinem benachbarten Theilchen nicht mittheilen, so wird keine Wolke entstehen, weil in dem Falle der kalte Körper nur diejenigen Dampftheilchen affiziren kann die er unmittelbar berührt. Der Erfolg des Versuchs bewieß, daß der Dampf wirklich ein Nichtleiter des Wärmestoffs ist. Denn obgleich der bey diesem Versuch gebrauchte Körper sehr groß und kalt war, (ich hatte nemlich dazu ein Stück Eis von der Größe eines Hühnereyes genommen, und auf einen kleinen Dreyfuß von Drath unter die Bouteille gesetzt) so wurde doch, sobald die Wolken, die sich beym unvermeidlichen Hineindringen der kalten Luft bildeten, als ich die Bouteille zum Einbringen des Eises aufhob, verschwunden waren, der Dampf so vollkommen durchsichtig

und

und unsichtbar, daß nicht die mindeste Spur von Trübheit irgendwo zu sehen war, sogar nicht an dem Eise, das beym allmähligen Zerschmelzen so helle und durchsichtig wie der feinste Bergcrystall schien. Dieser Versuch, den ich zuerst im November 1793 zu Florenz anstellte, wurde mehreremal in Lord Palmerston's und Fontana's Gegenwart wiederholt. — Bey diesen Versuchen war die Luft nicht gänzlich unter der Bouteille heraus getrieben; es blieb im Gegentheil ein beträchtlicher Theil derselben mit dem Dampf gemischt, selbst nachdem die Wolken ganz verschwunden waren; hiervon überzeugte mich ein besondrer Versuch, den ich zur Ausmittlung dieser Thatsache anstellte. Aber dieser Umstand macht das Ergebniß dieses Versuchs eben so seltsam, als erstauenswürdig. Fast sollte es scheinen daß weder die Dampfmasse noch die Luftmasse von dem Eise abgekühlt wurden. Denn wenn die ganze Luftmasse abgekühlt wäre, so würden sich höchst wahrscheinlich die Wolken wieder gezeigt haben.

Die Ergebnisse (results) dieser Versuche, verglichen mit den oben angeführten, wodurch ich die vortheilhafteste Gestalt für die Kessel auszumitteln suchte, öffneten mir ein ganz neues Feld für die Speculation und für Verbesserungen bey Behand-

lung der Feuerhitze. Sie bewiesen, daß nicht allein kalte Luft, sondern auch heiße Luft, heißer Dampf, und heiße Mischungen von Luft und Dampf Nichtleiter des Wärmestoffs sind, folglich, daß der heiße Dampf, der von brennder Feurung empor steigt, und sogar die Flamme selbst Nichtleiter sind.

Dieß wird man vielleicht für eine kühne Behauptung halten, allein ein wenig ruhige Ueberlegung, eine sorgfältige Prüfung der Erscheinungen bey der Verbrennung, und die Mittheilung des Wärmestoffs durch die Flamme werden beweisen, daß sie hinlänglichen Grund hat. Uberdieß sind die Vortheile sehr wichtig, die aus der Kenntniß dieser Thatsache gezogen werden können. Doch dieß verdient näher untersucht zu werden.

IV. Capitel.

Von der Art und Weise, wie der Wärmestoff durch die Flamme andern Körpern mitgetheilt wird. — Die Flamme wirkt auf Körper eben so wie ein heißer Wind. — Die Wirkung des Löthrohrs bey Vermehrung der Lebhaftigkeit der Flamme erklärt, und durch Versuche erläutert. — Die Kenntniß der Art und Weise, wie der Wärmestoff von der Flamme mitgetheilt wird, ist nöthig, um die vortheilhafteste Gestalt der Kessel zu bestimmen. — Allgemeine Grundsätze, wonach Kessel von jeder Größe eingerichtet werden müssen.

Wenn die Flamme nichts anderes ist, als Dampf oder eine Mischung von Luft und Dampf, welche beyde Nichtleiter des Wärmestoffs sind, so ergiebt sich von selbst, daß die Flamme, ungeachtet ihrer großen Hitze, auch die Eigenschaften der Körper, woraus sie besteht, beybehalten, und also gleichfalls ein Nichtleiter bleiben muste. Die nicht leitende Kraft der Luft scheint dadurch nicht geschwächt zu werden, wenn sie bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzt

lung der Feuerhitze. Sie bewiesen, daß nicht allein kalte Luft, sondern auch heiße Luft, heißer Dampf, und heiße Mischungen von Luft und Dampf Nichtleiter des Wärmestoffs sind, folglich, daß der heiße Dampf, der von brennder Feurung empor steigt, und sogar die Flamme selbst Nichtleiter sind.

Dieß wird man vielleicht für eine kühne Behauptung halten, allein ein wenig ruhige Ueberlegung, eine sorgfältige Prüfung der Erscheinungen bey der Verbrennung, und die Mittheilung des Wärmestoffs durch die Flamme werden beweisen, daß sie hinlänglichen Grund hat. Uberdieß sind die Vortheile sehr wichtig, die aus der Kenntniß dieser Thatsache gezogen werden können. Doch dieß verdient näher untersucht zu werden.

IV.

IV. Capitel.

Von der Art und Weiſe, wie der Wärmeſtoff durch die Flamme andern Körpern mitgetheilt wird. — Die Flamme wirkt auf Körper eben ſo wie ein heißer Wind. — Die Wirkung des Löthrohrs bey Vermehrung der Lebhaftigkeit der Flamme erklärt, und durch Verſuche erläutert. — Die Kenntniß der Art und Weiſe, wie der Wärmeſtoff von der Flamme mitgetheilt wird, iſt nöthig, um die vortheilhafteſte Geſtalt der Keſſel zu beſtimmen. — Allgemeine Grundſätze, wonach Keſſel von jeder Größe eingerichtet werden müſſen.

Wenn die Flamme nichts anderes iſt, als Dampf oder eine Miſchung von Luft und Dampf, welche beyde Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß die Flamme, ungeachtet ihrer großen Hitze, auch die Eigenſchaften der Körper, woraus ſie beſteht, beybehalten, und alſo gleichfalls ein Nichtleiter bleiben muſte. Die nicht leitende Kraft der Luft ſcheint dadurch nicht geſchwächt zu werden, wenn ſie bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers erhitzt

erhitzt wird, und ich ſehe keinen Grund, warum dieſe Eigenſchaft der Luft oder einer andern elaſtiſchen Flüſſigkeit durch eine noch ſo ſtarke Vermehrung der Temperatur verringert werden ſollte. Bleibt Dampf oder Luft bey der Temparatur von 212 Graden Fahrenheit ein Nichtleiter des Wärmeſtoffs, warum ſollten es beyde nicht bleiben bey 1000 Graden, oder wenn ſie rothglühend ſind? Ich ſehe warlich nicht ein, wie ein Körper einer ſo weſentlichen Eigenſchaft beraubt werden könnte, ohne zu gleicher Zeit gänzlich verändert zu werden; und Niemand wird ſich einbilden, daß Luft oder Dampf eine chemiſche Entmiſchung erleiden, bloß weil ſie bis zur Temperatur des rothglühenden Eiſens erhitzt werden. Aber ohne mich weiter auf dieſe, wie ich glaube, bündigen Räſonnements zu ſtützen, will ich durch Verſuche und Erfahrungen zu beweiſen ſuchen, daß die Flamme in der That ein Nichtleiter des Wärmeſtoffs iſt.

Angenommen alſo, — was man wir wohl nicht ableugnen wird — daß Luft ein Nichtleiter iſt, wenigſtens nach dem Sinne, wie ich dieſen Ausdruck gebraucht habe, ſo werde ich zu beweiſen ſuchen, daß die Flamme völlig eben ſolche Wirkungen bey Mittheilung des Wärmeſtoffs äußert, wie ein heißer

heißer Wind, und nicht anders. Wenn mir dies gelingt, so sehe ich meine obige Behauptung als hinlänglich bewiesen an.

Die Wirkung eines kalten Windstosses bey Abkühlung eines heißen Körpers ist zur Gnüge bekannt, und die Ursach desselben läßt sich aus der nichtleitenden Eigenschaft der Luft erklären. Denn wenn die Theilchen der kalten Luft, die einen heißen Körper berühren, mit Leichtigkeit den von dem heißen Körper empfangenen Wärmestoff andern sie unmittelbar umgebenden Lufttheilchen mittheilen könnten, und diese wieder andern und so weiter fort, so würde der Wärmestoff eben so schnell entführt werden, als ihn der heiße Körper verlieren kann, und keine Bewegung der Lufttheilchen, kein Wind oder Windstoß würde die Abkühlung eines Körpers merklich erleichtern oder beschleunigen. Ja durch einen ähnlichen Schluß könnte man beweisen, daß wenn die Flamme wirklich ein vollkommner Wärmestoffsleiter wäre, jeder darin getauchte kalte Körper immer so schnell erhitzt werden müßte, als er Wärmestoff aufzunehmen fähig ist, und weder irgend eine Bewegung der innern Theile der Flamme, noch die Schnelligkeit, womit sie um den kalten Körper schlägt, könnten eine merk-

liche

liche Wirkung auf die leichtere oder schnellere Erhitzung des Körpers äußern. Aber ist die Flamme ein Nichtleiter des Wärmestoffs, so wird ihre Wirkung, der eines heißen Windes völlig ähnlich seyn, und folglich hängt sehr viel von der Art ab, wie sie dem Körper, welchen sie erhitzen soll, zugeführt und beygebracht wird. Nur die Theile derselben, die mit dem zu erhitzenden Körper in wirkliche Berührung kommen, theilen ihm Wärmestoff mit; und je größer die Zahl der verschiednen Theilchen der Flamme ist, die mit ihm in Berührung gebracht werden, desto größer wird die Menge des mitgetheilten Wärmestoffs seyn. Dieß ist der Grund, warum man die Flamme mit Heftigkeit gegen den zu erhitzenden Körper schlagen, und so auf ihn stoßen lassen muß, daß ihr Strom gebrochen wird, und sich in derselben Wirbel bilden. Denn die reißende Bewegung der Flamme verursacht eine schnelle Folge heißer Theilchen. Läßt man unsere angenommnen Grundsätze als wahr gelten, so ergiebt sich, daß jede Art innerer Bewegung unter den Theilchen der Flamme sehr kräftig dazu mitwirken muß, die Mittheilung des Wärmestoffs zu beschleunigen.

Die Wirkung des Löthrohrs ist hinlänglich bekannt, aber ich glaube nicht, daß die Art, wie

es

es die Wirksamkeit der Flamme vermehrt, je schon befriedigend erklärt ist. Gewöhnlich bildet man sich ein, daß der Strom von frischer Luft, der aus dem Löthrohr durch die Flamme geblasen wird, wirklich das Maaß der Hitze vermehre; ich vermuthe hingegen, das Löthrohr thut nicht viel mehr, als daß es den wirklich in der Flamme vorhandnen Wärmestoff auf einen gegebnen Punct richtet. Ein Luftstrom kann keinen Wärmestoff erzeugen ohne zu gleicher Zeit zersetzt zu werden, und um in einem Feuer zersetzt zu werden, muß er unmittelbar die brennende Feurung oder zum wenigsten den nicht brennenden entzündbaren Dampf berühren, der davon empor steigt. Aber läßt sichs wohl denken, daß es irgend etwas brennbares, und doch nicht wirklich brennendes in der hellen, leuchtenden und völlig durchsichtigen Flamme einer Wachskerze geben könne? — Das Löthrohr hat indeß eine eben so merkliche Wirkung, wenn man es gegen die helle Flamme einer Wachskerze richtet, als wenn es gebraucht wird die Wirksamkeit der Lampe eines Glasarbeiters zu vermehren.

Da ich bemerkte, daß die Erklärung der Art wie der Luftstrom von einem Löthrohr zur Verstärkung der Wirksamkeit der Flamme beyträgt, vieles

Licht

Licht über die Unterſuchung verbreiten würde, auf welche Art die Flamme den Körpern Wärmeſtoff mittheilt, ſo ſtellte ich folgende Verſuche an, deren Ergebniſſe, wie ich glaube, entſcheidend ſind.

Ich glaubte, der gegen die Flamme eines brennenden Körpers gerichtete Luftſtrom eines Löthrohrs könnte zur Vermehrung der Stärke der Flamme nur auf zwey Wegen wirken, entweder daß es die Wirkſamkeit der Flamme auf den Körper, wogegen ſie geblaſen wird, verſtärkt; oder daß er die Menge des bey der Verbrennung erzeugten Wärmeſtoffs weſentlich vermehrt. Um nun durch Verſuche zu beſtimmen, welcher von dieſen Urſachen jene Wirkung zuzuſchreiben ſey, oder wie viel jede dazu beytrage, ſchlug ich folgenden Weg ein. Ich füllte eine große Blaſe, die über vier Maaß (gallons) hielt, mit Kohlenſäure, die bekanntlich die Verbrennung der Körper nicht zu unterhalten fähig iſt und die folglich einer Flamme, wogegen ſie geblaſen wird, keinen Wärmeſtoff zuführen kann. Ich vermuthete, wenn dieſe Luftart, durch das Löthrohr gegen die Flamme einer Wachskerze geblaſen, eben die Wirkung äußerte als die gemeine Luft, ſo wäre dieß ein deutlicher Beweiß, daß die vermehrte Stärke oder Thätigkeit der Flamme, die von der Anwen-

dung

dung des Löthrohrs entsteht, nicht einer wirklichen Vermehrung des Wärmestoffs zugeschrieben werden müsse, sondern vielmehr der Bewegung der Flamme — ihrer Richtung auf einen Punct — der Heftigkeit, womit sie gegen den zu erhitzenden Körper gestoßen wird, und dem schnellen Zufluß frischer Theilchen des heißen Dampfes.

Ich befestigte die mit Kohlensäure gefüllte Blase an ein Löthrohr, dessen Ende sich gegen die helle Flamme einer so eben abgeschnupften Wachskerze richtete. Ein Druck auf die Blase trieb die Flamme gegen eine kleine Glasröhre, die sehr bald rothglühend, und sogar geschmolzen wurde. Nach mehrern Wiederholungen dieses Versuchs, wobey ich zugleich anmerkte, wie viel Zeit zum Schmelzen der Glasröhre erforderlich war, wenn die Flamme mit Kohlensäure auf dieselbe geblasen wurde, änderte ich den Versuch dahin ab, daß ich statt der Kohlensäure, gemeine atmosphärische Luft nahm. Ich gebrauchte dabey dieselbe Kerze, dasselbe Löthrohr und sogar dieselbe Blase um die Versuche völlig gleich zu machen. Der Unterschied bestand also bloß in den dabey angewandten Luftarten, wonach man seine Wirkung entdecken und bestimmen konnte.

Die Ergebnisse dieser Versuche waren sehr entscheidend und bewiesen auf eine befriedigende Weise, daß

daß die Wirkung des Löthrohrs auf eine helle Flamme nicht in einer wirklichen Vermehrung des Wärmestoffs besteht, sondern in einer stärkern Thätigkeit der Flamme, die davon entsteht, daß sie mit Heftigkeit und gebrochnen Wirbeln auf die Oberfläche der Körper geblasen wird. Denn die Wirksamkeit des Löthrohrs war bey diesen Versuchen gleich groß, ich mogte mich der Kohlensäure oder der atmosphärischen Luft bedienen.

Aber da die Entscheidung der Frage in wiefern die Flamme Wärmestoff mittheilt, von großer Wichtigkeit ist, so blieb ich hier mit meinen Forschungen nicht stehen, sondern ich wiederholte die Versuche sehr oft und änderte sie auf vielerley Weise ab. Zuweilen nahm ich Kohlensäure, zuweilen atmosphärische Luft, zuweilen Sauerstoffgas und endlich zuweilen Stickgas. Es würde zu viele Zeit wegnehmen alle diese Versuche einzeln anzuführen, ich will also nur bemerken, daß sie alle bewiesen, daß die Wirkungsart des Löthrohrs nicht in einer wahren Vermehrung des Wärmestoffs, sondern darin bestehe, daß es der Flamme, auf die es bläßt, nur Richtung und schnellere Bewegung giebt.

Man muß sich erinnern, daß mein Hauptzweck bey diesen Versuchen war, zu entdecken, wie die

Flamme

Flamme andern Körpern Wärmestoff mittheilt, und durch welche Mittel diese Mittheilung zu erleichtern sey. — Will man durch Einblasen ins Feuer die Stärke der Hitze vermehren, so muß der Luftstrom so geleitet werden, daß er die Verbrennung beschleunigt; man muß ihn auf die glühende Oberfläche der brennenden Feurung richten und nicht auf den rothglühenden Dampf oder die Flamme, die davon aufsteigt, und in denen die Verbrennung höchst wahrscheinlich schon vollendet ist. In diesem Falle wird die Wirkung des Blasens sehr von der Beschaffenheit der angewandten Luftart abhängen.

Die Ergebnisse obiger Versuche mit dem Löthrohr wird jeder, der die Sache reiflich erwägt, als völlig entscheidend gelten lassen. Die Vortheile, die man von der Kenntniß der durch sie erhärteten Thatsache ziehen kann, sind offenbar. Ist die Flamme oder der heiße Dampf, der von brennenden Körpern aufsteigt, ein Nichtleiter des Wärmestoffs, und müssen ihre Theilchen um einem andern Körper Hitze mitzutheilen, einzeln in unmittelbare Berührung mit jenem Körper gebracht werden, so folgt offenbahr, daß auf die Gestalt eines Kessels und dessen Feuerherd sehr viel ankömmt, und daß eine solche Gestalt derselben die vortheilhafteste seyn

muß, welche die innere Bewegung in der Flamme am meiſten befördert und wechſelsweiſe ſo viele Theilchen derſelben mit dem Körper der erhitzt werden ſoll in Berührung bringt. Die Oberfläche des Keſſels muß nicht allein ſo groß als möglich ſeyn, ſondern der Keſſel muß auch eine ſolche Geſtalt haben, daß die Flamme mit Heftigkeit dagegen ſchlagen, — ſich daran brechen, und über ſeiner Oberfläche in Wellen und Wirbeln ſpielen kann.

Die Hauptkraft der Flamme muß alſo gegen den Boden des Keſſels und nicht gegen deſſen Seiten gerichtet ſeyn. Denn wenn man die Flamme an den lothrechten Seiten des Keſſels frey aufſteigen läßt, ſo ſchlüpft ſie über ſeine Oberfläche ſchnell hinweg, und da ſie auf ihrem Wege kein Hinderniß findet, wodurch ſie in Wellen und Wirbel gebrochen wird, ſo gleitet ſie ruhig hin wie ein Strom in einem ebnen Bette. Eben die heißen Theilchen des Dampfs, die mit dem Boden des Keſſels von ungefähr in unmittelbare Berührung gekommen ſind, werden beſtändig von dem aufſteigenden Flammenſtrome gegen die Oberfläche des Keſſels gedrückt, und verhindern daß keine anderen heißen Theilchen ſich dem Keſſel nähern können, und daß alſo bey weiten der größte Theil der Flamme und des heißen Dampfes, anſtatt

den

den Kessel zu heitzen, durch den Schornstein in die Luft verstiegt und ganz verlohren geht. — Der Betrag dieses Verlusts an Wärmestoff, welcher von der fehlerhaften Gestalt der Kessel und der schlechten Bauart ihrer Feuerherde veranlaßt wird, kann man nach den Versuchen berechnen, die im folgenden Capitel vorkommen.

V. Capitel.

Nachricht von Verſuchen mit Keſſeln und Feuerherden von verſchiedner Geſtalt und Umfang angeſtellt; nebſt Bemerkungen und Beobachtungen über ihre Ergebniſſe und über die Verbeſſerungen, die davon hergenommen werden können. — Nachricht von einigen Verſuchen, die im Großen in einer Braupfanne angeſtellt wurden. — Nachricht von einer Braupfanne nach einem verbeſſerten Plane eingerichtet. — Ergebniſſe verſchiedner Verſuche, die mit dieſer neuen Braupfanne angeſtellt wurden. — Von den Vortheilen, die für die Holzſparung beym Kochen der Flüſſigkeit entſtehen, wenn es im Großen geſchieht. — Einſchränkung dieſer Vortheile. Nachricht von einer Veränderung die mit der neuen Braupfanne vorgenommen wurde, um beym Kochen Zeit zu erſparen. — Verſuche die die Wirkungen dieſer Veränderung zeigen. — Eine Berechnung der verhältnißmäßigen Menge Wärmeſtoffs, die aus geröſteten Steinkohlen (coaks), Holzkohlen und Eichenholz erzeugt wird. — Berechnung wie viel Steinkohlen zu einem Koch-Proceß nöthig ſind, wobey Holz zur Feurung gebraucht war. — Berechnung der Geſammtmenge des Wärmeſtoffs, die bey der Verbrennung verſchiedner Feurungsarten hervorgebracht werden kann; und

und von der wahren Menge des Wärmestoffs, die unter verschiednen Umständen beym Küchenprocesse verlohren geht.

Was ich im vorigen Capitel gesagt habe, wird hinlänglich seyn meinen Lesern eine deutliche Idee von dem Detail und den Verbindungen des abgehandelten Gegenstandes zu geben, und sie werden alles ohne Schwierigkeit begreifen, was ich etwa noch hinzufügen werde; sie werden ferner die verschiednen Absichten leichter übersehen, die ich bey den Versuchen, wovon ich jetzt Rechenschaft ablegen will, im Auge hatte, und werden die daraus gezogenen Schlüsse richtig zu beurtheilen im Stande seyn.

Die hier folgenden Versuche sind nur ein kleiner Theil von denen, die ich während der letzten 7 Jahre über den Wärmestoff theils selbst angestellt habe, theils unter meiner Aufsicht anstellen ließ. Wollte ich sie alle mit ihren Nebenumständen bekannt machen, so würden sie mehrere Bände füllen. Uebrigens war es ein glücklicher Umstand für mich, daß dieß Verzeichniß der Versuche so bändereich ist; denn sonst würde ich es mit nach England hinüber genommen haben, und es würde mit meinen übrigen Papieren verloren gegangen seyn, als ich bey meiner An-

V. Capitel.

Nachricht von Verſuchen mit Keſſeln und Feuerherden von verſchiedner Geſtalt und Umfang angeſtellt; nebſt Bemerkungen und Beobachtungen über ihre Ergebniſſe und über die Verbeſſerungen, die davon hergenommen werden können. — Nachricht von einigen Verſuchen, die im Großen in einer Braupfanne angeſtellt wurden. — Nachricht von einer Braupfanne nach einem verbeſſerten Plane eingerichtet. — Ergebniſſe verſchiedner Verſuche, die mit dieſer neuen Braupfanne angeſtellt wurden. — Von den Vortheilen, die für die Holzſparung beym Kochen der Flüſſigkeit entſtehen, wenn es im Großen geſchieht. — Einſchränkung dieſer Vortheile. Nachricht von einer Veränderung die mit der neuen Braupfanne vorgenommen wurde, um beym Kochen Zeit zu erſparen. — Verſuche die die Wirkungen dieſer Veränderung zeigen. — Eine Berechnung der verhältnißmäßigen Menge Wärmeſtoffs, die aus geröſteten Steinkohlen (coaks), Holzkohlen und Eichenholz erzeugt wird. — Berechnung wie viel Steinkohlen zu einem Koch-Proceß nöthig ſind, wobey Holz zur Feurung gebraucht war. — Berechnung der Geſammtmenge des Wärmeſtoffs, die bey der Verbrennung verſchiedner Feurungsarten hervorgebracht werden kann; und

und von der wahren Menge des Wärmestoffs, die unter verschiednen Umständen beym Küchenprocesse verlohren geht.

Was ich im vorigen Capitel gesagt habe, wird hinlänglich seyn meinen Lesern eine deutliche Idee von dem Detail und den Verbindungen des abgehandelten Gegenstandes zu geben, und sie werden alles ohne Schwierigkeit begreifen, was ich etwa noch hinzufügen werde; sie werden ferner die verschiednen Absichten leichter übersehen, die ich bey den Versuchen, wovon ich jetzt Rechenschaft ablegen will, im Auge hatte, und werden die daraus gezogenen Schlüsse richtig zu beurtheilen im Stande seyn.

Die hier folgenden Versuche sind nur ein kleiner Theil von denen, die ich während der letzten 7 Jahre über den Wärmestoff theils selbst angestellt habe, theils unter meiner Aufsicht anstellen ließ. Wollte ich sie alle mit ihren Nebenumständen bekannt machen, so würden sie mehrere Bände füllen. Uebrigens war es ein glücklicher Umstand für mich, daß dieß Verzeichniß der Versuche so bändereich ist; denn sonst würde ich es mit nach England hinüber genommen haben, und es würde mit meinen übrigen Papieren verloren gegangen seyn, als ich bey meiner An-

Ankunft in London, nach einer eilfjährigen Abwesenheit, auf dem St. Pauls Kirchhofe beraubt wurde.

Als ich bey meinen ersten Untersuchungen über den Wärmestoff vorhersahe, daß ich Gelegenheit haben würde, mit kochenden Flüssigkeiten viele Versuche zu machen, so entwarf ich mir zur leichtern Uebersicht derselben eine gedruckte Tabelle, in die ich jeden merkwürdigen Umstand regelmäßig und ohne viele Mühe eintragen könnte. Da diese Tabelle auch andern, die sich mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigen, nützlich werden und meinen Lesern zugleich einen deutlichern Begriff von der Art, meine Versuche anzustellen, geben kann, so will ich die Nachricht von einem Versuche, in derselben Form, wie er in der gedruckten Tabelle eingetragen ist, hiermittheilen.

Ein

Tages Zeit. Stunden.	Minuten.	Zahl der Stücke.	Gewicht. Pfund.	Wärmegrad der Flüssigkeit.
9	15	29	100	60°
	30	6	50	70°
	41	6	50	—
10	5	7	50	92°
	25	7	50	105°
	46	7	50	120°
11	0	7	50	130°
	15	7	50	—
	26	8	50	145°
	43	7	50	155°
	50	7	50	163°
12	5	8	50	173°
	17	7	50	183°
	31	15	100	192°
	55	—	—	(siedend)
1	38	7	50	—
2	35	7	50	—
3	38	—	—	Aufhören des Kochens.

Innhalt des Kessels.

Art der Flüssigkeit.	Maaße.	Gewicht. Pfund.
Wasser	6984	12508

Barometerhöhe, 26 1/2 Zoll; Thermometerhöhe, 58°

Umfang und Weite des Kessels.

Durchmesser { Oben — oder lang — 10 Fuß / Unten — und breit — 8 Fuß

tief 4 Fuß — bestand aus Kupfer und wog (nicht bekannt), hielt an Wasser 8176, welche wogen 14643 Pfund.

Art des Brennstoffs.

Fichtenholz, mittelmäßig trocken und 6 Fuß lang.

Allgemeine Resultate des Versuchs.

	St.	M.
Zeitdauer bis die Flüssigkeit kochte	3	40
Feurungs-Aufwand dabey	—	800 Pf.
Zeitdauer so lange die Flüssigkeit kochte	2	43 M.
Zuthat an Feurung dabey	100 Pf.	

Bestimmtere Resultate (precise results)

Mit der Hitze erzeugt, von 1 Pf. verbrannter Feurung, wurden 13.23 Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen gebracht oder 339.80 Pf. siedendes Wasser 1 Stunde kochend erhalten.

und über Holzfeurung. 87

Die hier mitgetheilte Tabelle enthält die Nachricht von einem Verſuche mit einer ſehr großen Menge Waſſer. Aber dieſe Tabellen paſſen eben ſo gut zur Aufzeichnung der kleinſten Quantitäten. Die Barometerhöhe iſt nach Pariſer Zollen angegeben, und die Grade des Thermometers nach Fahrenheit. Maaß und Gewicht ſind Bayeriſch.

Was die Ueberſchrift, allgemeine Reſultate des Verſuchs bedeutet, braucht keiner Erklärung; aber was unter dem Ausdruck beſtimmtere Reſultate (preciſe reſults) verſtehe, darüber muß ich mich näher erklären.

Da ich oft Gelegenheit hatte die Ergebniſſe von Verſuchen zu vergleichen, die zu verſchiednen Zeiten und Jahrszeiten angeſtellt waren, und wobey ſich manche Unterſchiede fanden, ſo mußte ich dafür das gehörige in Rechnung bringen. So iſt z. B. die Temperatur des Waſſers, im Keſſel, wenn das Feuer darunter angezündet wird, ſelten in zwey Verſuchen ganz gleich; ferner weicht der Grad der ſiedenden Hitze nach den Veränderungen des Drucks der Atmoſphäre oder nach der Höhe des Queckſilber Standes im Barometer, ab. Dieſe Berechnung der vorkommenden Unterſchiede ließe ſich am beſten machen, wenn man aus der Zahl der Wärmegrade des

ſchon

schon heißen Wassers und der Menge der Feurung, die verbraucht wurde, um es bis auf den Grad zu erhitzen, durch Rechnung zu bestimmen suchte, wie viel Feurung nöthig gewesen wäre, um das Wasser bis zu 180 Graden, oder vom Gefrierpunct bis zum Siedepunct, zu erhitzen. Dann das Gewicht des bey dem Versuch gebrauchten Wassers mit dem Gewicht der Feurung, die jenes bis zu 180 Graden, oder von Gefrierpunct bis zum Siedepunct, erhitzen kann, dividirt; dieß giebt die Pfundzahl des eiskalten Wassers, welches hätte zum Kochen gebracht werden können, mit der von einem Pfund verbrannter Feurung erzeugten Hitze, beym mittlern Druck der Atmosphäre auf den Spiegel der Meeresfläche.

Die Stadt München, wo alle folgenden Versuche angestellt wurden, hat eine sehr hohe Lage über den Spiegel des Meers, da sie im Mittelpunct von Deutschland liegt. Die mittlere Höhe des Queckſilbers im Barometer ist nur 28 englische Zoll, folglich kocht das Wasser zu München bey einer niedrigern Temperatur als zu London. Dieser Unterschied ist zu groß, als daß man ihn übersehen dürfte. Er beträgt 2¼ Grad nach Fahrenheit. Der Siedepunct ist im Durchschnitt zu München 209½ Grad

Fah-

Fahrenheit, da er in allen nahe am Meere gelegenen Orten 212 Grad ist. Um meine Versuche und Berechnungen zu vereinfachen und nützlicher fürs Allgemeine zu machen werde ich immer auf diesen Unterschied Rücksicht nehmen.

Die nach obigen Grundsätzen, aus den wirklichen Ergebniß eines jeden Versuchs gezognen Berechnungen, die ich aus Mangel eines bessern Ausdrucks, bestimmteres Resultat(precise result) genannt habe, zeigen aufs genaueste den verhältnißmäßigen Nutzen der mechanischen Einrichtungen und der Behandlung der Feuerhitze bey den Versuchen selbst, insofern beydes auf die Holzsparung Bezug hat. Denn je mehr eiskaltes Wassers bey der sich von einer gewissen Menge Feurung erzeugten Hitze zum Kochen gebracht werden kann, desto vollkommner muß auch, wenn sonst alles gleich ist, die Einrichtung und Bauart des Feuerherdes seyn.

Unter dem bestimmteren Resultat habe ich zuweilen noch eine Berechnung aufgeführt, wie viel kochend heißes Wasser, nach Ergebniß des Versuchs, mit der Hitze von 1 Pfund Feurung eine Stunde lang kochend erhalten werden konnte. Zwar habe ich dieß ein bestimmteres Resultat genannt, allein es kann in den meisten Fällen nicht dafür

dafür gelten, weil es schwer hält die Menge der Feurung im Feuerherde zu berechnen, die in dem Augenblick, da das Wasser anfängt zu kochen, noch nicht verbrannt ist.

Ich werde die folgenden Versuche nicht genau in der Ordnung anführen, in welcher sie angestellt sind, sondern werde sie so ordnen, daß die aus ihren Ergebnissen zu ziehende Belehrung sogleich deutlich in die Augen fällt. Zu mehrerer Bequemlichkeit werde ich sie unter Nummern anzuführen fortfahren, weil ich damit im ersten Capitel angefangen habe.

5ter Versuch. In der ersten Küche des Arbeitshauses zu München betrug der tägliche Verbrauch der Feurung, wenn für 1000 Menschen Speise (Erbsensuppe) gekocht wurde, 300 Pfund Büchenholz. Da nun jede Portion Suppe 1 Pf. wiegt so beträgt dies 0,3 Pf. Holz für jedes Pfund Suppe.

6ter Versuch. Die erste Küche im Arbeitshause wurde eingerißen und nach einem andern Plan gebauet. Statt der kupfernen Kessel wurden eiserne von halbrunder Gestalt genommen, und jeder dieser Kessel bekam seinen eignen abgesonderten verschloßenen Feuerherd. Sie wurden mit ihrem Rande in dem Mauerwerk aufgehängt, so daß die Flamme freien Spiel-

Ankunft in London, nach einer eilfjährigen Abwesenheit, auf dem St. Pauls Kirchhofe beraubt wurde.

Als ich bey meinen ersten Untersuchungen über den Wärmestoff vorhersahe, daß ich Gelegenheit haben würde, mit kochenden Flüssigkeiten viele Versuche zu machen, so entwarf ich mir zur leichtern Uebersicht derselben eine gedruckte Tabelle, in die ich jeden merkwürdigen Umstand regelmäßig und ohne viele Mühe eintragen könnte. Da diese Tabelle auch andern, die sich mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigen, nützlich werden und meinen Lesern zugleich einen deutlichern Begriff von der Art, meine Versuche anzustellen, geben kann, so will ich die Nachricht von einem Versuche, in derselben Form, wie er in der gedruckten Tabelle eingetragen ist, hiermittheilen.

Ein

Tages Zeit. Stunden.	Minuten.	Zahl der Stücke.	Gewicht. Pfund.	Wärmegrad der Flüssigkeit.	Innhalt des Kessels. Art der Flüssigkeit.	Maaße.	Gewicht. Pfund.
9	15	29	100	60°	Wasser	6984	12508
—	30	6	50	70°			
—	41	6	50	—			
10	5	7	50	92°			
—	25	7	50	105°			
—	46	7	50	120°			
11	0	7	50	130°			
—	15	7	50	—			
—	26	8	50	145°			
—	43	7	50	155°			
—	50	7	50	163°			
12	5	8	50	173°			
—	17	7	50	183°			
—	31	15	100	192°			
—	55	—	—	(siedend)			
1	38	7	50	—			
2	35	7	50	—			
3	38	—	—	Aufhören des Kochens.			

Barometerhöhe, $26\frac{1}{2}$ Zoll; Thermometerhöhe, 58°

Umfang und Weite des Kessels.

Durchmesser { Oben — oder lang — 10 Fuß / Unten — und breit — 8 Fuß

tief 4 Fuß — bestand aus Kupfer und wog (nicht bekannt), hielt an Wasser 8176, welche wogen 14643 Pfund.

Art des Brennstoffs.

Fichtenholz, mittelmäßig trocken und 6 Fuß lang.

Allgemeine Resultate des Versuchs.

	St.	M.
Zeitdauer bis die Flüssigkeit kochte	— 3	— 40
Feurungs-Aufwand dabey	— —	800 Pf.
Zeitdauer so lange die Flüssigkeit kochte	— —	2 St. 43 M.
Zuthat an Feurung dabey	100 Pf.	

Bestimmtere Resultate (precise results)

Mit der Hitze erzeugt, von 1 Pf. verbrannter Feurung, wurden 13.23 Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen gebracht oder 339.80 Pf. siedendes Wasser 1 Stunde kochend erhalten.

Die hier mitgetheilte Tabelle enthält die Nachricht von einem Verſuche mit einer ſehr groſſen Menge Waſſer. Aber dieſe Tabellen paſſen eben ſo gut zur Aufzeichnung der kleinſten Quantitäten. Die Barometerhöhe iſt nach Pariſer Zollen angegeben, und die Grade des Thermometers nach Fahrenheit. Maaß und Gewicht ſind Bayeriſch.

Was die Ueberſchrift, allgemeine Reſultate des Verſuchs bedeutet, braucht keiner Erklärung; aber was unter dem Ausdruck beſtimmtere Reſultate (preciſe reſults) verſtehe, darüber muß ich mich näher erklären.

Da ich oft Gelegenheit hatte die Ergebniſſe von Verſuchen zu vergleichen, die zu verſchiednen Zeiten und Jahrszeiten angeſtellt waren, und wobey ſich manche Unterſchiede fanden, ſo mußte ich dafür das gehörige in Rechnung bringen. So iſt z. B. die Temperatur des Waſſers, im Keſſel, wenn das Feuer darunter angezündet wird, ſelten in zwey Verſuchen ganz gleich; ferner weicht der Grad der ſiedenden Hitze nach den Veränderungen des Drucks der Atmoſphäre oder nach der Höhe des Queckſilber Standes im Barometer, ab. Dieſe Berechnung der vorkommenden Unterſchiede ließe ſich am beſten machen, wenn man aus der Zahl der Wärmegrade des

ſchon

schon heißen Wassers und der Menge der Feurung, die verbraucht wurde, um es bis auf den Grad zu erhitzen, durch Rechnung zu bestimmen suchte, wie viel Feurung nöthig gewesen wäre, um das Wasser bis zu 180 Graden, oder vom Gefrierpunct bis zum Siedepunct, zu erhitzen. Dann das Gewicht des bey dem Versuch gebrauchten Wassers mit dem Gewicht der Feurung, die jenes bis zu 180 Graden, oder von Gefrierpunct bis zum Siedepunct, erhitzen kann, dividirt; dieß giebt die Pfundzahl des eiskalten Wassers, welches hätte zum Kochen gebracht werden können, mit der von einem Pfund verbrannter Feurung erzeugten Hitze, beym mittlern Druck der Atmosphäre auf den Spiegel der Meeresfläche.

Die Stadt München, wo alle folgenden Versuche angestellt wurden, hat eine sehr hohe Lage über den Spiegel des Meers, da sie im Mittelpunct von Deutschland liegt. Die mittlere Höhe des Queckſilbers im Barometer ist nur 28 englische Zoll, folglich kocht das Wasser zu München bey einer niedrigern Temperatur als zu London. Dieser Unterschied ist zu groß, als daß man ihn übersehen dürfte. Er beträgt 2¼ Grad nach Fahrenheit. Der Siedepunct ist im Durchschnitt zu München 209½ Grad

Fah-

Fahrenheit, da er in allen nahe am Meere gelegenen Orten 212 Grad ist. Um meine Versuche und Berechnungen zu vereinfachen und nützlicher fürs Allgemeine zu machen werde ich immer auf diesen Unterschied Rücksicht nehmen.

Die nach obigen Grundsätzen, aus den wirklichen Ergebniß eines jeden Versuchs gezognen Berechnungen, die ich aus Mangel eines bessern Ausdrucks, bestimmteres Resultat(precise result) genannt habe, zeigen aufs genaueste den verhältnißmäßigen Nutzen der mechanischen Einrichtungen und der Behandlung der Feuerhitze bey den Versuchen selbst, insofern beydes auf die Holzsparung Bezug hat. Denn je mehr eiskaltes Wassers bey der sich von einer gewissen Menge Feurung erzeugten Hitze zum Kochen gebracht werden kann, desto vollkommner muß auch, wenn sonst alles gleich ist, die Einrichtung und Bauart des Feuerherdes seyn.

Unter dem bestimmteren Resultat habe ich zuweilen noch eine Berechnung aufgeführt, wie viel kochend heißes Wasser, nach Ergebniß des Versuchs, mit der Hitze von 1 Pfund Feurung eine Stunde lang kochend erhalten werden konnte. Zwar habe ich dieß ein bestimmteres Resultat genannt, allein es kann in den meisten Fällen nicht

dafür

dafür gelten, weil es schwer hält die Menge der Feurung im Feuerherde zu berechnen, die in dem Augenblick, da das Wasser anfängt zu kochen, noch nicht verbrannt ist.

Ich werde die folgenden Versuche nicht genau in der Ordnung anführen, in welcher sie angestellt sind, sondern werde sie so ordnen, daß die aus ihren Ergebnissen zu ziehende Belehrung sogleich deutlich in die Augen fällt. Zu mehrerer Bequemlichkeit werde ich sie unter Nummern anzuführen fortfahren, weil ich damit im ersten Capitel angefangen habe.

5ter Versuch. In der ersten Küche des Arbeitshauses zu München betrug der tägliche Verbrauch der Feurung, wenn für 1000 Menschen Speise (Erbsensuppe) gekocht wurde, 300 Pfund Büchenholz. Da nun jede Portion Suppe 1 Pf. wiegt so beträgt dies 0,3 Pf. Holz für jedes Pfund Suppe.

6ter Versuch. Die erste Küche im Arbeitshause wurde eingerißen und nach einem andern Plan erbauet. Statt der kupfernen Kessel wurden eiserne von halbrunder Gestalt genommen, und jeder dieser Kessel bekam seinen eignen abgesonderten verschloßnen Feuerherd. Sie wurden mit ihrem Rande in dem Mauerwerk aufgehängt, so daß die Flamme freiern

Spiel-

Spielraum um den Keſſel behielt. Der Rauch ſtieg durch einen wagerechten Canal von 5 Zoll Breite und 5 Zoll Höhe in den Schornſtein. Er war in dem Mauerwerke verſteckt und ſeine Oeffnung in den Feuerherd war der Thür gerade gegen über, durch welche das Holz einlegt wurde.

Das Feuer wurde auf einem flachen eiſernen Roſte angemacht, der ungefähr 12 Zoll vom Boden des Keſſels abſtand. Die Aſchengrubenthür war mit einem Zugloche verſehen, aber in dem Canale, welcher den Rauch zum Schornſtein führte, war kein Dämpfer und dieß war ein großer Fehler. Die Oeffnung zum Feuerherde hatte eine eiſerne Thür. Jeder dieſer eiſernen Keſſel wog ungefähr 148 Pf. avoir du pois, hielt 25½ engliſche Zoll im Durchmeſſer, war 14.935 Zoll tief, und faßte an Waſſer 190½ Pf. = 235.91 Pf. avoir du pois. Man ſieht aus dieſer Beſchreibung, daß die Einrichtung dieſer Keſſel nicht weſentlich von denen in andern Hoſpitalküchen von gewöhnlicher Bauart, abweicht.

Durch ſorgfältig angeſtellte und oft wiederhohlte Verſuche fand ich, daß beim 4½ ſtündigen Kochen von 89 Portionen (oder 89 Pf.) Erbſenſuppe unter einem dieſer Keſſel 43 Pf. trocknes Büchenholz verbrannt wurden. Dieß beträgt für jedes Pfund

Suppe

uppe 0,483 Pf. Holz. — Bey der ersten Einrich-
ng dieser Küche gebrauchte man nur 0,3 Pf. Holz
1 Pf. Suppe. Daraus ergiebt sich, daß sie durch
e Veränderungen in Hinsicht der Holzsparung nicht
rbessert war. Dieß erwartete ich auch. Denn
eine Absicht bey dem neuen Bau war nicht, Holz
sparen, sondern auszumitteln, wie viel Holz bey
n Küchenprocessen, wie sie gewöhnlich im Großen
Hospitälern und andern Armenhäusern vorge-
nommen werden, verschwendet wird. Ehe ich dieß
cht wußte, konnte ich die Vortheile von Verbesse-
ngen nicht mit Genauigkeit berechnen, die ich bey
nlage der Küchenfeuerherde anbringen wollte.

Um zu bestimmen, in wiefern die Menge des
olzes bey einem Küchenprocesse von der Gestalt des
uerherdes, wobey der Kessel und alles übrige un-
rändert bleiben, abhängt, machte ich folgende
ersuche:

7ter und 8ter Versuch. Hierzu wurden
ey völlig gleiche eiserne Kessel in der Küche des
beitshauses gewählt. Der eine wurde aus seinem
auerwerk ausgehoben, sein Feuerherd verändert
d nach einem verbesserten Plan angelegt. Der
ost war kreisförmig und tief und sein Durchmesser
f 12 Zoll verkleinert. Der Feuerherd erhielt über

dem

dem Rost eine kegelförmige Gestalt von 12 Zoll im Durchmesser. Der Kessel wurde auf dem obern Rande der Mauer des Herdes so eingesetzt, daß die Flamme durch einen kleinen Zwischenraum ihn rund umspielen konnte, ehe sie durch den Canal, der den Rauch in den Schornstein leitete, entwich. Der Canal hatte zwar keinen Dämpfer, allein seine Oeffnung nach innen war so verengert, daß dadurch dieser Mangel einigermaßen ersetzt wurde. Nachdem er fertig war, wurde ein Versuch gemacht, in diesem und einem andern mit nicht veränderten Kesselherd eine gleiche Portion Erbsensuppe zu kochen. In jedem Kessel kochten 89 Pf. Suppe und der Versuch wurde in beyden zu gleicher Zeit angefangen und beendigt. Zur Feurung nahm man Eichenholz das einen Tag vorher in einem Ofen getrocknet war. Beyde waren mit doppelten Deckeln zugedeckt, die man nur beym Umrühren der Suppe abhob. Das Ergebniß dieses am 7. November 1794 angestellten Versuchs war folgendes:

	7ter Versuch im Kessel No. 1.	8ter Versuch im Kessel No. 8. mit verbessertem Herde.
Holzverbrauch, um 89 Pf. Erbsensuppe zu kochen—	37 Pfund.	14 Pfund.

Wieder-

Wiederhohlung des vorigen Versuchs mit nicht getrocknetem Fichtenholze.

	9ter Versuch im Kessel No. 1.	10ter Versuch im Kessel No. 8. mit verbessertem Herde.
Holzverbrauch um 89 Pf. Erbsensuppe zu kochen —	39 Pfund.	16 Pfund.

Zuförderst muß ich bey diesen Versuchen bemerken, daß sie verglichen mit dem 6ten Versuch, die wichtige Thatsache bestätigen, daß Fichtenholz beym Verbrennen mehr Hitze oder Wärmestoff giebt als Büchenholz. Dieß ist um so auffallender, da es gerade gegen die allgemeine Meynung streitet; aber um desto wichtiger ist es, da der Preis des Fichten oder Tannenholzes an den meisten Orten nur halb so hoch ist als des Büchenholzes.

Beym 6ten Versuch wurden Pfund trocknes Büchenholz verbrannt um 89 Pf. Erbsensuppe zu kochen. Beym 7ten Versuch gebrauchte man zu dem nemlichen Proceß 37 und beym 9ten Versuch 39 Pf. trocknes Fichtenholz. Aber ich werde an einem andern Orte Gelegenheit finden diese Materie weitläufiger abzuhandeln; indeß will ich hier nur so viel bemerken, daß alle meine Versuche ganz übereinstim-

ſtimmend den Satz beſtättigen, daß trocknes Fichtenholz beym Verbrennen mehr Wärmeſtoff giebt als Büchenholz. Der Unterſchied iſt, wie ich Grund zu glauben habe, in der That noch größer, als ihn die obigen Verſuche andeuten. Doch dieß hängt gröſtentheils immer von der Einrichtung des Feuerherds ab, und es iſt kein geringer Vorzug der von mir empfohlnen Feuerherde, daß ihre Bauart das gemeinſte und wohlfeilſte Brennholz in Hinſicht der Ergiebigkeit der Feuerhitze über das ſeltnere theurere erhebt.

Nach Vergleichung der Reſultate des 7ten 8ten 9ten und 10ten Verſuchs, läßt ſich der Vortheil des ſehr trocknen Brennholzes, vor dem weniger getrockneten, berechnen. Da ich dieß in der Folge näher unterſuchen werde, ſo will ich hier nur anführen, daß die Erſparniß beym trocknen Holze nicht ſo groß iſt, als der Unterſchied im Gewicht des bey den beyden Verſuchen gebrauchten Holzes. Um dieſe Erſparung genau zu beſtimmen, müßte das Holz vorher gewogen werden ehe es getrocknet wäre.

Der Hauptzweck bey dieſen Verſuchen war, die Wirkungen der verſchiednen Einrichtung der beyden Feuerherde zu beſtimmen. Der Unterſchied der Menge des verbrannten Holzes in beyden Feuerherden

den unter völlig gleichen Umständen, beweist aufs einleuchtendste, wie viel durch die angebrachten Verbesserungen gewonnen war. Es war mir zwar sehr daran gelegen, durch Versuche den wahren Betrag der Vortheile zu bestimmen, den meine Verbesserungen der Feuerherde für die Holzsparung gewährten; allein ich begnügte mich nicht damit, die von mir angelegten Küchen von Zeit zu Zeit zu vervollkommnen, sondern ich gab mir Mühe auszumitteln, wie viel ich durch jede Abänderung gewonnen hatte. Dieß war nicht allein nöthig, um andere zur Nachahmung und Einführung meiner Verbesserungen anzureizen, sondern auch mich selbst von den Fortschritten meiner Forschungen zu überzeugen.

Bey der ersten Einrichtung der Küche in der Militärakademie, wurden die Kessel mit ihrem Rande in das Mauerwerk so eingesetzt, daß sie das Feuer frey umspielen konnte. Den Rauch leiteten wagerechte Canäle, ohne Dämpfer, in den Schornstein. Das Feuer brannte auf einem flachen viereckten eisernen Roste. Der innere Durchmesser jedes Feuerherdes war 2 oder 3 Zoll weiter als der Durmesser seines Kessels. Der Boden des Kessels stand von 6 bis 10 oder 12 Zoll über dem Roste. Die Thür des Herdes blieb beständig verschlossen. Die Thür der Aschen-

Die Durmeſſer des Keſſels, worin die Verſuche gemacht wurden, waren folgende: Oberer Durchmeſſer 14,935, unterer 13,39, Tiefe 14,52 engliſche Zoll. Er wiegt 37 Pf. (avoir du pois) und faßte, wenn es ganz voll war, 73 Pf. (avoir du pois) Waſſer. Die Reſultate von beyden Verſuchen, die ich ſelbſt mit großer Genauigkeit und Sorgfalt anſtellte, waren folgende.

	1ter Verſuch, der erſte Feuerherd.	2ter Verſuch, der verbeſſerte Feuerherd.
Menge des Waſſers im Keſſel nach Bayeriſchem Gewicht. —	43, 63 Pf.	43, 63 Pf.
Wärmegrad des Waſſers zu Anfang des Verſuchs. — —	59°	60°
Zeitdauer das Waſſer zum Kochen zu bringen. — — —	67 Min.	30 Min.
Holzverbrauch, das Waſſer zum Kochen zu bringen. — —	9 Pf.	3 Pf.
Zeitdauer des Kochens. — —	2 St. 2 M.	3 St.
Zuthat an Holz dabey. — —	5 Pf.	2½ Pf.
Holzart. — — —	Fichtenholz.	Fichtenholz.
Beſtimmtere Reſultate.		
Eiskaltes Waſſers bis zu 180 Grad oder zum Siedpunct zu erhitzen mit einem Pfunde Holz. — — —	4,02 Pf.	11, 93 Pf.
Kochendes Waſſer eine Stunde kochend zu erhalten mit einem Pfunde Holz. — —	17, 74 Pf.	52, 36 Pf.

Die

Die folgenden Versuche wurden mit zwey kupfernen Kesseln (No. 1. und 2.) angestellt, die rund und tief waren und 62 Pf. (avoir du pois) wogen. Ihre Durchmesser waren folgende

		Der Kessel No. 1.	Der Kessel No. 2.
		Zoll.	Zoll.
Durchmesser	Oben — —	22,66	22,66
	Unten — —	19,82	20,85
Tiefe — — —		24,72	22,04

Der Rost, worauf das Feuer unter jeden dieser Kessel brannte, ist rund und hohl, und hält 11 Zoll im Durchmesser. Ihre Feuerherde sind dem bey dem 11ten Versuche beschriebenen gleich. Sie haben beyde doppelte Deckel. Die Versuche wurden den 13. October 1794 gemacht.

Die

Die Resultate der mit dem Kessel No. 1. angestellten Versuche sind folgende.

	13ter Versuch.	14ter Versuch.	15ter Versuch.	16ter Versuch.
Wasser-Menge im Kessel beym Anfang des Versuchs.	Pf. 187	Pf. 187	Pf. 187	Pf. 187
Wärmegrad des Wassers im Kessel bey Anfang des Versuchs.	61°	59°	64°	55½°
Zeitdauer das Wasser zum Kochen zu bringen.	Min. 78	M. 61	M. 61	Min. 62
Holzverbrauch, das Wasser zum Kochen zu bringen.	Pf. 12	Pf. 11	Pf. 9	Pf. 8
Zeitdauer das Wasser kochend zu erhalten.	Min. 17	M. 28	M. 6	St. M. 2. 19
Zuthat an Holz dabey.	—	—	—	Pf. 4
Holzart.	Büchē Holz.	Büchē Holz.	Büchē Holz.	Büchen-holz.
Bestimmtere Resultate.				
Eiskaltes Wasser bis zu 180° Grad oder bis zum Siedpunct zu erhitzen mit 1 Pf. Holz.	Pf. 12,89	Pf. 14,15	Pf. 16,89	Pf. 20
Kochendes Wasser eine Stunde kochend zu erhalten mit 1 Pf. Holz.	—	—	—	Pf. 108,40

Die Resultate der mit dem Kessel No. 2. an demselben Tage gemachten Versuche waren folgende.

	17ter Versuch.	18ter Versuch.	19ter Versuch.	20ter Versuch.	21ter Versuch.
Wasser-Menge im Kessel bey Anfang des Versuchs. . . .	Pf. 187	Pf. 187	Pf. 187	Pf. 187	Pf. 187
Wärmegrad des Wassers im Kessel bey Anfang des Versuchs. . .	61°	58°	60°	55°	212°
Zeitdauer, das Wasser zum Kochen zu bringen. . . .	M. 75	M. 55	M. 57	M. 60	—
Holzverbrauch, das Wasser zum Kochen zu bringen. . .	Pf. 11	Pf. 11	Pf. 9	Pf. 8	—
Zeitdauer, das Wasser kochend zu erhalten.	M. 21	M. 17	M. 8	St. M 2. 24	St. M. 1. 10
Zuthat an Holz dabey.	Pf. 1	—	—	Pf. 3½	Pf. 1½
Holzart. . .	Büchē Holz.	Büchē Holz.	Fichtē Holz.	Fichtē Holz.	Büchen-Holz.
Bestimmtere Resultate.					
Eiskaltes Wasser bis zu 180° Grad oder bis zum Siedpunct zu erhitzen mit 1 Pf. Holz. . . .	Pf. 13,92	Pf. 14,33	Pf. 17,59	Pf. 20,10	—
Kochendes Wasser eine Stunde kochend zu erhalten mit 1 Pf. Holz.	—	—	—	132,68	145,44

Bey

Bey dem vorletzten dieſer Verſuche (No. 20.) wurde die Holzſparung ſo weit getrieben, als bey keinem andern von mir angeſtellten Verſuche. Bey den folgenden Verſuchen, mit einem großen kupfernen Keſſel, der im Arbeitshauſe nach den beſten Grundſätzen eingerichtet war, wurde die Holzſparung faſt eben ſo weit getrieben. Dieſer runde Keſſel hat im Durchmeſſer Oben 42,1 Unten 42,17 und Tiefe 18,54 Zoll. Er wiegt 78½ Pf. (avoir du pois) und faßt, wenn er ganz voll iſt 714 Pf. Waſſer bey der Temperatur von 55°.

Er iſt oben mit einem zwey Zoll dicken Ringe eingefaßt, in deſſen ¾ Zoll tiefe Fuge ein runder flacher hölzerner Deckel paßt. Dieſer beſteht aus drey Stücken, die durch eiſerne Haſpen zuſammen hangen. Das eine Stück ſitzt am Keſſel feſt, die beyden andern aber können auf den letztern zurückgeſchlagen werden. An dem feſten Theil des Deckels iſt eine zinnerne, zwey Zoll weite, und mit einem Dämpfer verſehne Röhre angebracht, die den Dampf in eine enge hölzerne, und durch dieſe aus dem Dache in die freye Luft leitet. Um das Entweichen des Wärmeſtoffs durch den hölzernen Deckel noch ſorgfältiger zu verhüten, ſo wird auf ſeine obere äußere Oberfläche erforderlichen Falls eine dicke runde

wollne

wollne Decke, die auf beyden Seiten mit grober Leinwand eingefaßt iſt, gelegt.

Obgleich der Durchmeſſer dieſes Keſſels mehr als 40 Zoll beträgt, ſo hält doch ſein Herd nur 11 Zoll im Durchmeſſer. Dieß hindert aber das ſchnelle Erhitzen des Keſſels nicht im mindeſten, wie man wegen des kleinen Keſſelsherds wohl glauben mögte. Denn die Flamme geht in einem ſpiralförgen Canale zweymal um den Boden des Keſſels und einmal um die Seiten. Wegen ſeiner vorzüglich guten Einrichtung iſt er immer der Lieblingskeſſel der Küchenmägde geweſen. —

Zu den folgenden Verſuchen wurde mittelmäßig getrocknetes Fichtenholz gebraucht. Die Stücke waren 6 Zoll lang und zwey Zoll dick. Die folgende Tafel zeigt die Reſultate von 5 Verſuchen, die ich ſelbſt gleich nach ſeiner neuen Einrichtung angeſtellt hatte.

	22ster Versuch.	23ster Versuch.	24ster Versuch.	25ster Versuch.	26ster Versuch
Wassermenge in dem Kessel zum Anfange des Versuchs. . .	Pf. 508	Pf. 127	Pf. 254	Pf. 508	Pf. 508
Wärmegrad des Wassers im Kessel. . .	48°	48°	96°	48°	48°
Zeitdauer, das Wasser zum Kochen zu bringen.	St. M. 2. 4	M. 51	St. M. 1. 15	St. M. 2. 35	St. M. 3. 1.
Holzverbrauch, das Wasser zum Kochen zu bringen. . .	Pf. $24\frac{1}{3}$	Pf. $8\frac{1}{4}$	Pf. $12\frac{3}{4}$	Pf. 25	Pf. 24
Zeitdauer, des fortwärenden Kochens.	St. 3	—	—	St. 3	—
Zuthat an Holz dabey. . . .	Pf. $6\frac{2}{3\frac{1}{2}}$	—	—	Pf. $4\frac{1}{2}$	—
Bestimmtere Resultate.					
Eiskaltes Wasser bis zu 180°, oder bis zum Kochen zu erhitzen mit 1 Pf. Holz. . . .	Pf. 18,87	Pf. 12,74	Pf. 12,69	Pf. 17,48	Pf. 19,01
Kochendes Wasser eine Stunde kochend zu erhalten mit 1 Pf. Holz. . . .	236,61	—	—	338,66	—

Ich will über die Resultate dieser Versuche keine Bemerkungen machen, ob sie gleich interessanten Stoff dazu hergeben, sondern sogleich zu einer andern Reihe Versuche übergehen, die in einer großen kupfernen Braupfanne angestellt wurden. Sie ist rechtwinklicht,

hat

hat 10 Fuß Länge, 8 Fuß Breite, 4 Fuß Tiefe, und faßt 8176 Bayerische Maaß. Der Feuerherd derselben war nach sehr schlechten Grundsätzen angelegt, und in Betracht der darin verbrannten Feurung, war die Holzverschwendung ungeheuer. Es wurde in dieser Pfanne eine Art dünnes Weisbier von Waitzen-Malz gebrauet. Da die Brauerey das ganze Jahr hindurch im Gange und der Holzverbrauch dabey sehr beträchtlich war, so war die Holzsparung allerdings ein Gegenstand von großer Wichtigkeit. Der tägliche Verbrauch an Brennholz (Fichtenholz) in dieser Brauerey belief sich auf mehr als 4 Bayerische Klafter. Nachdem ich den Feuerherd in derselben abgeändert und die Pfanne mit einem hölzernen Deckel versehen hatte, verminderte sich der Holzverbrauch auf $1\frac{1}{2}$ Klafter.

In dem neuen Feuerherde den ich für diese Pfanne bauen ließ, wurde der Rauch unter derselben durch dünne Wände von Backsteinen in drey Züge (flues) abgeschieden, die ihre Richtung nach der Länge der Pfanne nehmen. Der mittelsten Zug, der zweymal so weit ist als eine der Seitenzüge, und der einen Rost von 20 Zoll Breite und 36 Zoll Länge, faßt, dient zur Aufnahme der Brennstoffe. Die Oeffnung desselben wird durch zwey eiserne

Thüren

Thüren verſchloſſen, eine hinter der andern in der Entfernung von 8 Zollen. Der Roſt, der im vordern Raume des Feuerherdes liegt, iſt wagerecht und 2a Zoll vom Boden der Pfanne entfernt. Die Luft, die das Feuer unterhält tritt unter den Roſt durch ein Zugloch in der Aſchengrubenthür.

Wenn die doppelten Thüren, die den Eingang zu dem Pfannenherde ſchließen, zugemacht ſind, ſo ſteigt die Flamme lothrecht gegen den Boden der Pfanne, geht dann den mittleren Zug, der den Feuerherd bildet, entlang, theilt ſich dann, und wendet ſich in die beyden Seitenzüge, alsdann ſteigt ſie in zwey wagerechte Züge, die über ein ander liegen und die ganze Pfanne umkreiſen. Wenn ſie dann den Weg um die ganze Pfanne gemacht hat, ſo entweicht ſie durch verſchiedne mit Dämpfern verſehene Canäle in den Schornſtein. (Die Anſicht der Abbildungen 17 und 18 auf Kupfertafel III. kann eine Idee von der Einrichtung dieſes Pfannenherdes geben, ob ſie gleich zu einem andern Feuerherde gehören, den ich auch bald beſchreiben werde).

Da die brennende Feurung in einem engen Raume liegt, da ihr beſtändig friſche Luft zuſtrömt, und da ſie von allen Seiten von dünnen Backſteinwänden, (die als Nichtleiter wirken) umgeben iſt, ſo muß die Hitze des Feuers äußerſt heftig ſeyn, und

die

die Verbrennung des Holzes sehr vollständig geschehen. Die Flamme, die im höchsten Grade hell und lebhaft, und mit keinem Rauche vermischt ist, schießt mit gröster Schnelligkeit unter den Boden der Pfanne hin, und wird wegen des Widerstandes, den sie auf ihrem Wege von der Reibung und von den vielen Wendungen erleidet, in unzählige Wellen und Wirbel gedrehet; welches ein angenehmes Schauspiel gewährt.

Damit ich diesen ergötzenden Anblick ohne Störung genießen könnte, so ließ ich mir in der Vorderwand des Pfannenherdes ein Glasfenster machen, wodurch ich das Feuer bey verschloßnen Thüren des Feuerherdes beobachten konnte, und ich wurde für meine Mühe und geringen Kosten hinlänglich belohnt. Man wird hierüber vielleicht lächeln und dieß für eine kindische Einrichtung halten. Aber ich bin überzeugt daß viele und selbst ernsthafte Philosophen sich gefreuet haben würden, an meinem Vergnügen Theil zu nehmen. — Dieß Fenster ist rund und hält nur 6 Zoll im Durchmesser. Aber da die Hölung der Wand kegelförmig und innerhalb weiter als außerhalb ist, so hat das Fenster Feld genug, alles beobachten zu lassen, was im Feuerherde vorgeht. Dieß kegelförmige Fensterloch ist in den Figuren 18 und 21 durch punctirte Linien ange-

angedeutet. Es ist linkerseits an der Thür des Feuerherdes befindlich. An dem äußern Ende des Lochs in der Wand ist eine kupferne Röhre, 4 Zoll lang und 6 Zoll im Durchmesser befestigt, und in dieser Röhre ist eine andre kurze bewegliche Röhre eingepaßt, worin eine runde Glasscheibe befindlich ist, die das Fenster bildet. Da die Vorderwand des Herdes dick ist, so ist die Glasscheibe weit genug vom Feuer entfernt, und kann also auch nicht sehr heiß werden, zumal da es in der Hohlung der Wand keinen Zug giebt.

Ich bin bey der Beschreibung dieser kleinen Erfindung deshalb so weitläuftig gewesen, weil ich sie für nützlich halte. Es giebt Fälle, wo es sehr vortheilhaft ist, genau zu wissen, was in dem verschloßnen Herde vorgeht, und dieß kann man durch Oeffnung der Thür nicht erfahren. Denn in dem Augenblick, da man die Thür öffnet, bringt die kalte Luft mit Heftigkeit in den Feuerherd, und stört die Oekonomie des Feuers gänzlich. Ueberdieß ist das Oeffnen der Thür des Feuerherdes für die kochende Flüssigkeit sehr nachtheilig, und veranlaßt allemal einen gewissen Verlust an Wärmestoff; daher muß es so viel als möglich vermieden werden. — Ich gab vorhin zu verstehen, daß mir das Fenster nur Vergnügen

gnügen gewährt habe — allein es leistete mehr — es gewährte mir viele nützliche Belehrung, und verschafte mir Gelegenheit, die verschiednen innern Bewegungen der Flamme, die man durch eigenthümliche Vorrichtungen im Feuerherde hervorbringen kann, zu beobachten, und ihre verschiednen Wirkungen mit einiger Genauigkeit zu berechnen. Kurz das Fenster machte mich mit dem Feuer näher bekannt, und in Bezug auf diesen Körper kann nichts, was neu ist, uninteressant seyn.

Doch ich kehre von meiner Abschweifung zurück. Um den obern Rand der Pfanne ist eine Einfaßung von Eichenholze angebracht. Die vier Balken, woraus sie besteht, sind jeder 7 Zoll dick und 15 Zoll breit. Der obere Rand der Pfanne ist mit dieser viereckigten hölzernen Einfassung durch starke kupferne Nägel befestigt. Von dieser hölzernen Einfaßung erhebt sich ein hölzernes Häuschen, einem Hausdach mit einer doppelten Kümmung ähnlich, das dem Kessel zum Deckel dient. Dieß Häuschen, dessen Seiten inwärts drey Fuß hoch sind und auf dessen Spitze ein flaches Dach liegt, ist von leichtem Zimmerholze 4 Zoll dicken (tannenen Balken) verfertigt. Inwendig und auswendig sind die Balken mit dünnen tannenen Brettern, die an den Ecken in einander

der gefügt sind, ausgefüttert, um den Deckel, welcher dieß kleine Häuschen vorstellt, für die Pfanne so passend als möglich zu machen. Von der Spitze dieses Deckels steigt eine offne hölzerne mit einem Dämpfer versehene Röhre (m Fig. 17.) etwa 12 Zoll im Durchmesser lothrecht empor, geht durch das Dach des Brauhauses in die freie Luft, und dient zur Ableitung des Dampfes.

Auf beyden Seiten des Deckels sowohl neben den Maischebottig als auch neben den Kühlfässern, wo die Würze hinein läuft, sind große hölzerne Klappenthüren (i und k Fig. VI.), die durch Stricke angezogen werden, welche über den an den Balken befestigten Rollen laufen. Auch sind an beyden Seiten des Deckels Glasfenster, wodurch man die Flüssigkeit in der Pfanne genau beobachten kann. So kann man es, z. B. an der Durchsichtigkeit und Unscheinbarkeit des Dampfs gleich sehen, daß die Flüssigkeit kocht.

Wenn es während des kochens nöthig ist, eine Thür oder ein Fenster des Deckels zu öffnen, so muß man erst dem Dämpfer des Dampfschornsteins öffnen, sonst würden die Nebenstehenden Gefahr laufen, von dem mit Gewalt heraus bringenden heißen Dampfe verbrannt zu werden. Aber ist der

Däm-

Dämpfer des Dampfſchornſteins offen, ſo dringt kein Dampf in das Brauhaus und wenn auch die Thüren oder Fenſter des Deckels weit offen ſtehen. Eine ähnliche Vorſicht hat man auch beym Oeffnen der Thür des Feuerherdes zu beobachten. Wenn die Dämpfer in den Canälen, die den Rauch in den Schornſtein leiten, feſt verſchloſſen ſind (welches zum Einſchließen und Sparen der Hitze nöthig iſt) und man öffnet die Thür des Feuerherdes plötzlich, ſo ſchlägt oft der Rauch und zuweilen die Flamme aus der Thür heraus. Dieß kann man verhüten, wenn man unmittelbar vorher entweder den Dämpfer öffnet, oder das Zugloch in der Aſchengruben-Thür verſchließt.

Um die Zeit und die Geduld der Leſer ſo viel als möglich zu ſchonen, ohne doch etwas weſentliches auszulaſſen, werde ich hier nur einen kurzen Abriß der allgemeinen Reſultate von einer Reihe von Verſuchen liefern, die mir mehr Arbeit, und Zeit gekoſtet haben, als es die Leſer koſten würde alle meine Abhandlungen zu leſen. Ich gebe gern zu, daß ich zuweilen für den Geſchmack des Zeitalters zu weitſchweifig bin; allein man muß erwägen, daß mir der Gegenſtand meiner Unterſuchungen ſehr am Herzen liegt, — daß ich ihn mit dem behaglichen Lebens-

genug als genau verbunden anſehe, und daß die lange Gewohnheit, meine Gedanken damit zu beſchäftigen und über ſeine ausgedehnte Nutzbarkeit nach zu denken, meinen Enthuſiasmus dafür erweckt und es mir unmöglich gemacht hat, ihn mit kaltet Gleichgültigkeit zu behandeln, ſo gleichgültig oder gar langweilig er auch andern ſeyn mag, die nicht gewohnt, ſind ihn aus demſelben Geſichtspunkte zu betrachten.

Gleich zu Anfang dieſes Capitels habe ich eine detaillirte Nachricht von einem Verſuche gegeben, der am 15. April 1795 mit der eben beſchriebenen Braupfanne angeſtellt wurde. Ich will jetzt mit dem allgemeinen Ergebniſſe jenes Verſuchs, die mittleren Reſultate von zwey andern in derſelben Braupfanne gemachten Verſuche vergleichen.

	27ster Versuch.	28ster Versuch.
Wassermenge in der Braupfanne.	12,508 Pf.	12,508 Pf.
Wärmegrad des Wassers zu Anfange des Versuchs.	60°	58°
Zeitdauer um das Wasser zum Kochen zu bringen.	3 St. 40 Min.	3 St. 48 Min.
Holzverbrauch, um das Wasser zum Kochen zu bringen.	800 Pf.	825 Pf.
Zeitdauer, das Wasser kochend zu erhalten.	2 St. 45 Min.	— —
Zuthat an Holz dabey.	100 Pf.	— —
Holzart.	Fichtenholz.	Fichtenholz.
Bestimmtere Resultate.		
Eiskaltes Wasser bis zu 180° Grad oder bis zum Kochen zu erhitzen mit einem Pfund Holz.	Wassermenge. 12,06 Pf.	Wassermenge. 12,70 Pf.
Zeitdauer in der eiskaltes Wasser mit der angegebnen Menge Holz zum Kochen gebracht werden konnte.	4 St. 20 Min.	4 St. 20 Min.
Kochendes Wasser eine Stunde kochend zu erhalten mit einem Pfunde Holz.	339,80 Pf.	— —

Die Vergleichung der Resultate dieser Versuche mit denen in den Kesseln der Küchen des Arbeitshauses und der Militairakademie, führte mich auf die Vermuthung, daß entweder die Braupfanne, oder ihr Feuerherd oder beyde zugleich einer großen Verbesserung bedürften. Denn bey einigen Versuchen mit den kleinern Kesseln war die Holzsparung so weit getrieben, daß mit dem von einem Pfund

Fichtenholz erzeugten Wärmestoff 20 Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen gebracht werden konnten; aber hier, wo die Maschinerie noch mehr ins Große gieng (und ich hatte freylich zu rasch geschlossen, daß die Holzsparung desto größer sey, je größer der Kessel sey) zeigten die Resultate dieser Versuche, daß nicht einmal 13 Pfund eiskaltes Wasser mit dem Wärmestoffe von einem Pfunde verbrannten Holzes zum Kochen gebracht werden konnten.

Die Versuche No. 22 — 25 und 26, die mit meinen größten Küchen-Kesseln angestellt waren, hatten mich freylich belehrt, daß der größere Umfang eines Kessels über gewisse Grenzen keine größere Holzsparung beym Erhitzen des Wassers bewirkt. Allein da alle meine übrigen Versuche meine früher eingesogne Meynung zu bestätigen schienen, so war ich geneigt, eher eine andere Ursach als die wahre bey dieser unerwarteten Erscheinung in Verdacht zu haben. Ich fand mich sehr in meinen Erwartungen betrogen, da ich sahe, daß die Braupfanne ungeachtet aller auf die vollkommne Einrichtung ihres Herdes verwandten Mühe, und ungeachtet ihres großen Durchmessers in Vergleichung mit den bisher bey meinen Versuchen gebrauchten Kesseln, mehr Holz zur Feurung erforderte, als ein andrer

nach

nach denselben Grundsätzen eingerichteter Kessel, der nicht ein Fünftheil seiner Größe hatte.

Dieser unerwartete Erfolg machte mich irre und beunruhigte mich — aber schlug meinen Muth nicht nieder. Da ich bey näherer Untersuchung fand, daß der Boden der Braupfanne sehr dick war, in Vergleichung mit der Dicke der kupfernen Platte, woraus die Küchenkessel verfertigt waren, so fiel mir ein, daß dieß vielleicht die Hauptursach, oder wenigstens eine der Miturſachen, seyn könnten, die den größern Holzverbrauch veranlaßt hätten. Da nun dem Churfürsten in der Nachbarschaft noch ein anderes Brauhaus zugehörte, welches glücklicher Weise eine neue Braupfanne bedurfte, so benutzte ich diese Gelegenheit zu einem Versuche, wodurch ich nicht allein der zweifelhafte Umstand entschieden, sondern eine wichtige neue Thatsache in Rücksicht des Wärmestoffs geltend gemacht werden konnte.

Sobald ich daher die churfürstliche Erlaubniß erhalten hatte, das andere Brauhaus nach meinem Gutdünken einrichten zu lassen, so sparte ich keine Mühe, dieses in aller Rücksicht, zumal in Bezug der Holzsparung so vollkommen als möglich anzulegen.

Bey der Art zu brauen in Bayern, wo der ganze Proceß, in so fern man Feuerhitze dabey gebraucht, im Verlauf eines Tages angefangen und beendigt wird, ist die Zeitersparung beym Erhitzen des Wassers und dem Kochen der Würze eben so wichtig als die Holzsparung, und erfordert also besondere Aufmerksamkeit.

Die Mittel, die ich zur Einrichtung beyder Zwecke anwandte, wird man aus nachstehender Beschreibung der neuen Braupfanne und ihres Feuerherdes kennen lernen. Auf den Kupfertafeln III, IV. und V. wird man davon eine vollständige Abbildung finden.

Diese Braupfanne ist 12 Fuß lang, 10 Fuß breit und nur 2 Fuß tief. Die kupfernen Platten woraus sie verfertigt ist, haben für ein so großes Behältniß eine sehr geringe Dicke, indem sie nur $\frac{1}{18}$ eines englischen Zolls beträgt. Sie wiegt mit Ausschluß der 64 Pfund schweren kupfernen Nägel nur 674 Bayerische Pfund.

An dem Rande der Braupfanne ist eine starke Einfassung von Eichenholz mit kupfernen Nägeln befestigt (a, b, Fig. 17.) und über derselben ist eine Bedachung oder ein stehender Deckel (Fig. 17.) in allen Stücken der obigen Beschreibung gleich. Der

Boden

Boden der Braupfanne ist flach und ruht wagerecht auf dem Rande der dünnen Backsteinwände, wodurch der Feuerherd in Züge (flues) abgetheilt wird (Fig. 18.). Diese Züge laufen nicht nach der Länge der Braupfanne sondern nach ihrer Breite, folglich ist die Thür zum Feuerherd in dem Mittel der einen Seite derselben.

Die kupfernen Platten, woraus der Boden der Pfanne besteht, laufen mit den Zügen im Herde gleich; und sind gerade so breit, daß ihr Vereinigungssaum auf den Wänden der Züge ruht, außer über den mittelsten Zügen; denn da dieser noch einmal so breit ist als die übrigen, so mußte ein Saum eine beträchtliche Länge ununterstützt bleiben. Die kupfernen Platten in diesem Theil des Pfannenbodens sind stärker und dicker als die übrigen. Sie haben gerade eine Dicke von 0,118 eines englischen Zolls.

Das Feuer wird in dem mittelsten Zuge angemacht, der noch einmal so breit ist als die andern. Unter dieser Braupfanne sind 5 Züge (flues), nemlich einer in der Mitte oben im Lichten 44 Zoll breit, zwey auf jeder Seite desselben, einer 20 der andere 19 Zoll breit und jeder 14½ Zoll tief. Da aber die Scheidewände derselben unten dicker als oben

sind,

ſind, ſo iſt ihre untere Weite nur 13 Zoll. Die Scheidewände ſind (Fig. 17.) mit punctirten Linien angedeutet.

Die Scheidewände laufen nicht von einer Seite der Braupfanne bis zur andern, ſondern es bleibt an einem Ende eines Jedem ein eben ſo breiter Raum, als zwiſchen den engern Zügen, damit die Flamme von einem Zuge in den andern einen freyen Durchgang behält. Sobald das Feuer auf einem runden Roſt in dem mittelſten Zuge brennt, (Fig. 18.) ſo dringt die Flamme bis an das äußerſte Ende deſſelben, theilt ſich dann, und kömmt durch die Seitenzüge wieder nach vorn. Wenn ſie an der Wand, die die Braupfanne nach vorn ſtützt, empor geſtiegen iſt, ſo wendet ſie ſich wieder zur Rechten und Linken, tritt in die beyden äußern Seitenzüge und kehrt nach der Hinterſeite der Braupfanne zurück. Hier trat ſie vor Abänderung des Feuerherdes in zwey Oeffnungen der Wand, die den hintern Theil der Braupfanne trägt, dann vereinigten ſich beyde Flammenſtröme, und giengen in einen 7 Zoll breiten und 16 Zoll hohen Canal, der die Auſſenſeite der Braupfanne umkreiſte. Nachdem ſie den Kreislauf um den Keſſel ganz vollendet hatte, ſo entwich ſie durch einem mit einem Dämpfer verſehenen Canal in den Schornſtein.

Aus dieser Beschreibung ergiebt sich, daß die Flamme und der Rauch durch alle diese Züge einen Weg von mehr als 70 Fuß in beständiger Berührung der Braupfanne zurücklegen, ehe sie endlich durch den Schornstein entweichen können. Dieß hielt ich für hinreichend, diesen heißen expansibeln Körpern durch die Braupfanne allen Wärmestoff entziehen zu lassen, den sie trotz aller Hindernisse abgeben können, und ich glaubte, daß die Mittheilung desselben an die Braupfanne durch die Wellen und Wirbel sehr beschleunigt und erleichtert werde, die durch die viele schnellen Wendungen und Richtungsveränderungen in der Flamme auf ihrem Wege um die Pfanne entstehen. Da die Versuche in dieser Braupfanne mit der äußersten Sorgfalt und Aufmerksamkeit angestellt, und da ihre Ergebnisse in mancher Hinsicht wichtig und interessant sind, so glaubte ich sie mit ihren kleinsten Details mittheilen zu müssen.

Nachricht von den Versuchen, den 10 October 1796 bey schönem Wetter in dem churfürstl. Brauhause Neuheusel angestellt. Barometerhöhe 28 englische Zoll. Fahrenheits Thermometer 36°. — Die Braupfanne hielt nach englischen Maaß an Länge 11 Fuß 6,02 Zoll, an Breite 9 Fuß 7,723 Zoll, und

an

an Tiefe 2 Fuß 0,205 Zoll. Wenn ſie ganz bis zum Rande voll war, ſo faßte ſie 1416 Pf. Waſſer, bey der Temperatur von 55°. Beym Anfang der beyden Verſuche No. 29 und 30 enthielt ſie 8120 Pf. beym 31ſten aber 11368 Pf. Waſſer. Zum Brennen wurde Fichtenholz in 3 Fuß 4½ Zoll langen Stücken genommen.

29ster Versuch.

Zeitdauer.			Holzverbrauch auf dem Pfannenherde. Stückzahl.	Pf.	Temperatur des Wassers in der Pfanne. Grade nach Fahrenheit.
St.	M.				
11	31	V. M.	10	50	50°
—	46	—	15	25	54
12	0	—	5	25	64
—	10	V. M.	5	25	67
—	36	—	—	—	85
—	40	—	4	25	—
—	53	—	5	25	96
1	12	—	7	25	105
—	21	—	10	50	110
—	46	—	10	50	129
—	58	—	40	50	—
2	17	—	46	50	156
—	24	—	—	—	164
—	54	—	10	50	—
—	41	—	—	—	173
—	49	—	—	—	180
—	58	—	40	50	185
3	15	—	12	50	197
—	26	—	20	25	205
—	35	—	—	—	das Wasser kochte.

Zeitdauer 4 St. 4 M. Holzverbrauch 575 Pf.

30ster Versuch.

Zeitdauer.			Holzverbrauch auf dem Pfannenherde. Stückzahl.	Pf.	Temperatur des Wassers in der Pfanne nach Fahrenheit. Grade.
St.	M.				
4	41	N. M.	40	50	60°
—	50	—	40	50	72
5	40	—	10	50	86
—	16	—	10	50	99½
—	29	—	10	50	114
—	42	—	10	50	126
—	56	—	40	50	142
6	10	—	40	50	157
—	24	—	40	50	—
—	28	—	—	—	172
—	40	—	40	50	—
—	42½	—	—	—	185½
—	53	—	40	50	—
—	55	—	—	—	198
7	2	—	—	—	205
7	7	—	—	—	das Wasser kochte.

Zeitdauer 2 St. 26 M. Holzverbrauch 550 Pf.

31ster Versuch.

Zeitdauer.			Holzverbrauch nach dem Pfannenherde. Stückzahl.	Pf.	Temperatur des Wassers in der Pfanne nach Fahrenheit. Grade.
St.	M.				
8	51	N. M.	80	100	65½°
9	7	—	40	50	79
—	21	—	40	50	90
—	44	—	40	50	107
—	57	—	40	50	118
10	14	—	40	50	130
—	28	—	40	50	140
—	45	—	40	50	155
11	—	—	40	50	165
—	15	—	40	50	175
—	30	—	40	50	182
—	45	—	40	50	200
—	58	—	—	—	das Wasser kochte.

Zeitdauer 3 St. 7 M. Holzverbrauch 650 Pf.

Die folgende Tabelle wird die Resultate dieser drey Versuche auf eine deutliche und befriedigende Weise darthun.

	29ster Versuch.	30ster Versuch.	31ster Versuch.
Wassermenge in der Braupfanne zu Anfang des Versuchs.	8120 Pf.	8120 Pf.	11368 Pf.
Wärmegrad des Wassers zu Anfang des Versuchs.	50°	60°	65°
Zeitdauer das Wasser zum Kochen zu bringen.	4St. 4. M.	2St. 26M.	3 St. 7 M.
Verbrauch an Fichtenholz, das Wasser zum Kochen zu bringen.	575 Pf.	550 Pf.	650 Pf.
Bestimmtere Resultate.			
Eiskaltes Wasser zu 180° oder bis zum Kochen zu erhitzen mit 1 Pf. Holz.	Menge des Wassers 12,54 Pf.	Menge des Wassers. 12,28 Pf.	Menge des Wassers. 14,59 Pf.
Zeitdauer, um eiskaltes Wasser mit der angegebnen Menge Holz zum Kochen zu bringen.	4St. 31 M.	2St. 59M.	3St. 35M.

Beym ersten Ueberblick der Resultate dieser Versuche, verglichen mit denen in den andern Brauhause angestellten, glaubte ich mit Befremden zu sehen, daß ich durch die Veränderungen wenig gewonnen hätte. Allein bey sorgfältiger Untersuchung fand ich, daß ich in Rücksicht der Holz und Zeitersparung viel gewonnen hatte. Der Betrag dieser Vortheile ergiebt sich aus der Vergleichung der mittleren Resultate von beyderley Versuchen.

Bestimmtere Resultate.

Menge eiskaltes Wasser zum Kochen zu bringen mit 1 Pf. Holz.		Zeitdauer eiskaltes Wasser zum Kochen zu bringen mit 1 Pf. Holz.	
		St.	Min.
1ste Classe	Pf.		
27ster Versuch.	12, 06	4	20
28ster Versuch.	12, 70	4	20
Summe	24, 77	8	40
Mittelzahl	12,385	4	20
2te Classe			
29ster Versuch.	12,54	4	34
30ster Versuch.	12,28	4	59
Summe	24,82	7	30
Mittelzahl	12,41	3	45

Die mittelren Resultate dieser beyden Classen von Versuchen sind scheinbar sehr wenig von einander verschieden; aber eben dieser Umstand wird beweisen, daß die neue Pfanne besser zum Holzsparen eingerichtet ist als die Alte. — Wenn man die Resultate der in derselben Pfanne, aber mit einer verschiednen Menge Wasser angestellten Versuchen gegen einander hält, so findet sich beständig, daß der Holzverbrauch in dem Maaß geringer war, als die Wassermenge größer war. Bey dem 23. Versuch wurden 127 Pf. Wasser gebraucht, und das

Resul-

Reſultat des Verſuchs ergab, daß nicht mehr als 12,74 eiskaltes Waſſer mit der Hitze von 1 Pfund Holz zum Kochen gebracht werden konnten; aber bey dem 26ſten Verſuch, wo viermal ſo viel Waſſer (oder 508 Pf.) genommen waren, zeigten die Reſultate des Verſuchs, daß 19,01 Pf. eiskaltes Waſſer mit 1 Pf. Holz zum Kochen gebracht werden konnten.

Da nun bey der erſten Claſſe von Verſuchen (27—28ſter Verſuch) die Waſſermenge (12,508 Pf.) viel größer war als bey der zweyten (29—30 Verſuch) (8120 Pf.) ſo wurde, bey völlig gleicher Einrichtung der Maſchinerie und der Behandlung des Feuers, die Holzerſparung in dem Fall am größten geweſen ſeyn, wo das meiſte Waſſer gebraucht wurde, d. h. bey der erſten Claſſe von Verſuchen. Da das aber nicht der Fall war, ſo folgt daß die bey der zweyten Claſſe von Verſuchen gebrauchte Pfanne holzſparender eingerichtet ſeyn muß als die erſte.

Aber wir brauchen nicht ſo weit zu gehen, um für die Thatſache Beweiſe zu ſuchen. Der 31ſte Verſuch iſt allein hinreichend die Sache außer allen Zweifel zu ſetzen. Bey dieſem wurde die Waſſermenge von 8120 Pf. zu 11,368 Pf. vermehrt, und die Holzſparung war ſo beträchtlich, daß ſie die Vorzüge der neuen Braupfanne hinlänglich beweiſt.

Die

Die Bestimmteren Resultate waren.

	Menge von eiskaltem Wasser, mit 1 Pf. zum Kochen zu bringen.	Zeitdauer um eiskaltes Wasser nach den Resultaten des Versuchs zum Kochen zu bringen.
	Pf.	St. M.
Vom 51sten Versuche,	14, 59	3 37
Vom 27 und 28sten Versuche, nach einer Mittelzahl.	12,385	4 20

Der Unterschied des Holzverbrauchs bey diesen Versuchen mit den beyden Braupfannen ist gar nicht unbedeutend; er beträgt mehr als 14 Procent; und würde noch mehr betragen haben, wenn man auf die Erhitzung des Wassers in der neuen Pfanne längere Zeit verwandt hätte. Denn man kann leicht beweisen, (wie auch alle Versuche zeigen), daß beym Kochen der Flüssigkeiten, der Holzverbrauch in der Maaße geringer ist, je länger die darauf verwandte Zeit dauert; oder, was eben so viel sagt, je kleiner das Feuer ist. Die Holzsparung, die von einer gewissen Verlängerung des Kochprocesses entstehet, wird um so größer seyn, je vollkommner der Feuerherd ist, und je kräftiger die Mittel zur Einschliessung des Wärmestoffs, wirken.

Ob-

Obgleich die allgemeinen Resultate dieser zwey Classen von Versuchen hinlänglich beweisen, daß die bey der neuen Braupfanne angebrachten Veränderungen wahre Verbesserungen waren, so war ich dennoch einige Zeit völlig ungewiß, welcher Ursach ich den Unterschied zuschreiben sollte, wenn ich den Holzverbrauch bey den Versuchen mit der neuen Braupfanne mit dem verhältnißmässig viel geringern bey einigen meiner vorigen Versuche in Küchenkesseln verglich. Bey allen meinen Versuchen mit Gefäßen von verschiedner Größe, von dem kleinsten Casserole bis zum größten Küchenkessel, hatte ich unveränderlich gefunden, daß, je gröſſer die erhitzte Wassermenge war, desto geringer war verhältnißmässig die Menge des dabey verbrannten Holzes; und diese vorgefaßte Meynung hatte sich meiner Seele so ganz bemächtigt, daß ich, die auffallendsten Zweifelsgründe übersahe. Nur das fruchtlose Bestreben, irgend eine andere Ursach dieser unerwarteten Erscheinung zu entdecken, zwang mich, meine erste Meynung fahren zu lassen, und mich zu überzeugen, daß jenes Gesetz, welches ich zu schnell für allgemein angenommen hatte, nur unter gewissen Einschränkungen statt fände; — nämlich, daß zwar bey einer gewissen Menge Flüssigkeiten für die Holzsparung mehr Vortheil zu erwarten steht, wenn

dieser

dieſer Proceß im Großen als im Kleinen angeſtellt wird; allein dieſer Vortheil fällt weg, wenn die zu erhitzende Flüſſigkeit eine gewiſſe Menge überſteigt; und wenn dieß letztere der Fall iſt, ſo iſt damit ein verhältnißmäſſig größerer Holzverbrauch verbunden als bey einer geringeren Waſſermenge.

Welche Größe ein Keſſel haben müſſe, um für die Holzſparung einen höchſten Satz feſt zuſetzen, getraue ich mir nicht zu beſtimmen. Indeß habe ich Grund zu glauben, daß ſolch ein Keſſel nicht größer ſeyn müßte als einige zu meinen Verſuchen gebrauchten Küchenkeſſel; doch ich will den Leſern meine Meynung nicht ohne Gründe aufdringen. In dieſem Fall ſind es folgende.

In dem 3ten Verſuch wurden $7\frac{1}{16}$ Pf. Waſſer bey der Temperatur von 58° in einer ſehr gut eingerichteten Caſſerolle und einem geſchloßnen Feuerherd mit einem Pfund Holz zum Kochen gebracht. Dieß giebt für das beſtimmtere Reſultat 6,68 Pf. eiskaltes Waſſer auf 1 Pf. Holz. Bey dem 12ten Verſuch wurden in einem kleinen Küchenkeſſel, der nach denſelben Grundſätzen eingerichtet war 43,63 Pf. Waſſer bey der Temperatur von 60° mit 3 Pf. Holz zum Kochen gebracht. Dieß beträgt auf ein Pfund Holz 11,93 Pf. eiskaltes Waſſer. — Ferner bey

dem 20ſten Verſuch wurden in einem größern auf eben die Art eingerichteten Keſſel 187 Pf. Waſſer bey der Temperatur von 55° mit 8 Pf. Brennholz zum Kochen gebracht. Dieß beträgt auf 1 Pf. Holz 20,10 Pf. Waſſer. Weiter als hierbey habe ich die Holzſparung nie treiben können. Bey dem 26ſten Verſuch wurde ein Keſſel gebraucht, der mit beſonderer Sorgfalt dazu eingerichtet war, um zu ſehen, wie weit die Holzſparung bey Küchenproceſſen zu treiben möglich ſeyn mögte. Da ich damals noch glaubte, daß ein ſehr großer Keſſel zur Holzſparung weſentlich nöthig ſey, ſo wurde dieſer Keſſel gewählt, der in dem Verſuch ſelbſt 508 Pf. bey der Temperatur von 48° enthielt. Um dieſe Waſſermenge zum Kochen zu bringen wurden 24 Pf. Holz verbrannt. Die giebt auf 1 Pf. Holz 19,01 Pf. Waſſer. Hieraus erhellet daß der Holzverbrauch bey dieſem Verſuch größer war als beym vorletzten. Bey dem 31ſten Verſuch wurden 11,368 Pf. Waſſer bey der Temperatur von 65½° in der neuen Braupfanne mit 650 Pf. Holz zum Kochen gebracht. Die beträgt auf 1 Pf. Holz 14,59 Pf. Waſſer.

Da die verhältnißmäſſige Menge des bey dieſen Verſuchen verbrannten Holzes ſich umgekehrt verhält, wie die Menge des eiskalten Waſſers, das

nach

nach dem Resultat eines jeden Versuchs mit einem Pfund Holz bis auf 180° hätte erhitzt oder zum Kochen gebracht werden können, bey einem mittleren Druck der Atmosphäre auf den Spiegel des Meers, so ergiebt sich daß diese Zahlen sehr genau die verschiednen Grade bestimmen, bis zu welchen die Holzsparung bey verschiednen Versuchen getrieben werden kann. Die Holzersparung beym Kochen der Flüssigkeiten, in so fern sie von der Menge der Flüssigkeiten nach den vorigen Versuchen abhängt, kann man also auf folgende Weise kurz angeben:

	Menge des erhitzten Wassers.	Menge des mit 1 Pf. Holz gekochten Wassers und der darnach bestimmten Grade der Holzsparung.
	Pf.	Pf.
Bey dem Versuche No. 3	7,93	6,68
— — — — 12	43,63	11,93
— — — — 20	187	20,10
— — — — 26	508	19,01
— — — — 31	11,368	14,59

*Ehe ich diesen Gegenstand ganz verlasse will ich nur noch bemerken, daß die Ursach jener Erscheinungen

nungen aus der Eigenschaft der Flamme erklärt werden kann, vermöge welcher sie ein Nichtleiter des Wärmestoffs ist. Denn wenn die verschiednen Theilchen der Flamme ihren Wärmestoff nur an Körper abgeben die sie unmittelbar berühren, so muß sich die Menge des von ihr abgesetzten Wärmestoffs verhalten, nicht wie ihr ganzer Körperinnhalt (also auch nicht wie die Menge des verbrannten Holzes) sondern vielmehr wie ihre Oberfläche. Da nun die Oberfläche der Flamme, wenn die Feuerherde gleich sind, verhältnißmäßig in kleinen Feuerherden größer ist als in großen: — indem die Oberflächen ähnlicher Körper sich verhalten wie die Quadrate ihrer Seiten, ihr Körperinnhalt aber wie die Würfel jener Seiten; — so folgt, daß in dieser Hinsicht einem Kessel von einer gewissen Menge Brennstoff weniger Wärmestoff mitgetheilt werden müsse, wenn Kessel und Feuerherd groß sind, als wenn derselbe Proceß mehr in kleinen vorgenommen wird.

Indeß muß man noch andere Umstände in Betracht ziehen, wenn man die Wirkung der Größe der beym Kochen nöthigen Maschienen bestimmen will. Dahin gehört unter andern, daß das Mauerwerk des Feuerherdes viel Wärmestoff einschluckt. Dieser Verlust wird ohne Zweifel geringer seyn, je

größer

gröſser der Feuerherd ist. Aber es ist nicht leicht, gerade den Punct zu bestimmen, vorausgesetzt daß die Ersparung auf einer Seite dem Verlust auf der andern das Gleichgewicht hält, wenn eher irgend eine Vergrösserung oder Verkleinerung der Maschienerie einen gewissen bestimmten Verlust an Wärmestoff veranlassen könnte. Man könnte jedoch durch einen in dem Schornstein angebrachten Thermometer die Vollkommenheit oder Unvollkommenheit eines Feuerherdes mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen, da der Theil des Wärmestoffs, der im Rauch verfliegt, ungezweifelt verlohren geht. Nur müßte man dabey für die gehörige Behandlung der Feuerhitze Sorge tragen, und dahin sehen, daß so viel Wärmestoff als möglich beym Verbrennen der Feurung erzeugt würde, und beydes kann in dem gröſsten Feuerherd eben so gut, wo nicht besser, als in einem kleinen geschehen.

Es ist bekannt, daß der Rauch, der aus den Schornsteinen geschloßner Feuerherde von sehr groſsen Kesseln oder Pfannen aufsteigt, viel heiſser ist, als der aus kleinern Feuerherden; und ich wundre mich selbst daß diese mir längst bekannte Thatsache, mich nicht auf den Gedanken geleitet hat, daß die Verschwendung des Brennstoffs nach Verhält-

hältniß in gröſsern Feuerherden gröſser seyn muß als in kleinern.

Außer den vorhin angeführten Versuchen, wurden noch verschiedne andre der neuen Braupfanne und unter andern vier Versuche, vier Tage hinter einander, beym Bierbrauen angestellt. Es fand sich, daß hierbey viel weniger Holz verbraucht ward, als in dem andern Brauhause zum Brauen derselben Menge Bier nöthig war. Aber obgleich die bey der neuen Pfanne angebrachten Verbesserungen eine beträchtliche Holzsparung veranlaßt hatten, so bewirkten sie doch keine verhältnißmäſsige Zeitersparung. Ich hatte mir geschmeichelt, daß die Flüssigkeiten in der Pfanne deshalb in kurzer Zeit zum Kochen gebracht werden würden, weil ich die Pfanne sehr dünne und nicht tief hatte machen lassen. Allein ich hatte dabey die Zeit nicht in Anschlag gebracht, die zur Erhitzung einer so groſsen Menge Wasser nöthig war, sonst würden meine Erwartungen minder groß gewesen seyn. Da die Menge des in einem gewissen Zeitraum erzeugten Wärmestoffs sich wie die Menge des verbrannten Holzes verhält, so hängt sie gewissermaaßen von der Gröſse des Feuerherdes ab, und wenn man eine groſse Menge Wasser in kurzer Zeit zum Kochen bringen will, so

muß

muß entweder der Feuerherd sehr groß seyn, oder was noch besser ist, man muß mehrere abgesonderte Feuerherde unter einer Pfanne anbringen. Die Pfanne muß breit und nicht tief seyn, damit man für mehrere Züge (flues) Raum genug hat, in denen die Flamme und der Rauch von den verschiednen Feuern den Boden der Pfanne frey umkreisen können.

Die Verbrennung der Feurung, und folglich durch die Erzeugung und Mittheilung des Wärmestoffs, kann in dem Feuerherde durch Verstärkung des Luftzugs sehr beschleunigt werden. Dieß geschiehet durch Erhöhung des Schornsteins oder durch Erweiterung des Canals, der in den Schornstein führt, durch beständige Offenhaltung des Dämpfers oder durch Verkürzung der Züge im Feuerherde.

Da der Braumeister den Wunsch äußerte, daß das Wasser in der neuen Pfanne durch irgend eine Vorrichtung schneller mögte zum Kochen gebracht werden, so machte ich in dem Feuerherde solche Abänderungen, wodurch ich den Zweck vollkommen erreichte. Ueberdieß hatte ich die Absicht, zugleich noch einen andern wichtigen Gegenstand zu untersuchen. Da ich auf die Vermuthung geleitet war, daß die Züge welche rund um die Aussenseiten der Braupfanne laufen, zu weiter nichts dienen, als

selbe Holz, in gleicher Menge und in gleichen Zeiträumen dazu genommen, kurz alle Umstände waren bey beyden Versuchen völlig die nähmlichen, außer den vorhin bemerkten Abänderungen im Feuerherde. Da die Länge der Züge, durch welche die Flamme und der Rauch gehen mußten, um in den Schornstein zu kommen, über die Hälfte verkürzt war (nämlich von 70 zu 30 Fuß), so wurde der Luftzug im Herde sehr verstärkt, wie man nicht allein aus der heftigern Verbrennung der Feurung, sondern auch noch aus einem andern Umstande, dessen ich hier noch erwähnen muß, deutlich abnehmen konnte. Ehe der Zug um die Aussenseite der Pfanne geschlossen war, brannte die Flamme, wenn auf einmal zu viel Holz eingelegt wurde, nicht allein nicht hell, sondern oft schlugen auch Rauch und Flamme aus der Thür des Feuerherdes, selbst wenn der Dämpfer im Schornstein ganz offen stand. Aber sobald jener Zug geschlossen war, so fand sich, daß der Feuerherd fast nie mit Feurung überladen werden konnte, und das Feuer brannte mit der äußersten Lebhaftigkeit.

Obgleich der Eingang in den um die Pfanne laufenden Zug verschlossen, und dem Rauch und der Flamme ein andrer und kürzerer geöffnet war, so blieb dennoch die Höhlung des Zuges; und die Flam-

Flamme konnte durch die Oeffnungen (Fig. 21. c. c. c. c. c. c.) von ungefähr 6 Quadrat Zoll in dem Mauerwerk (welches diesen alten nun verschloßnen Weg von den Zügen unter der Pfanne abschied), in diese Höhlung eindringen, und sich rund um die äußere Seite der Pfanne verbreiten. Diese sehr empfehlungswerthe Vorrichtung verhindert nicht allein das Entweichen des Wärmestoffs von den Seiten der Pfanne, sondern trägt auch zur Erhitzung derselben bey. Da jene Oeffnungen die Bewegung der Flamme nicht verhindern, so können sie keinen Nachtheil bringen.

Die folgende vergleichende Tabelle zeigt die interessanten Resultate von den beyden mit der größten Genauigkeit angestellten Versuchen. Die Zeitdauer wurde vom Anfange der Versuche angerechnet und war bey beyden gleich. Die Wassermenge in der Pfanne betrug 11,368 Pf.

Zeit-

Zeitdauer vom Anfang des Versuchs.		Menge des auf den Herd gelegten Holzes.		Wärmegrad des Wassers in der Braupfanne.	
		Zahl der Stücke.	Menge nach dem Gewicht.	1ster Versuch äußerer Seitenzug offen.	2ter Versuch äußerer Seitenzug geschlossen.
St.	M.	Nr.	Pf.	Grade.	Grade.
—	—	00	100	65½	65½
0	16	40	50	79	82
0	30	40	50	90	94
0	53	40	50	107	110
1	6	40	50	118	122
1	23	40	50	130	135
1	37	40	50	140	147
1	54	40	50.	155	160
2	9	40	50	165	171
2	24	40	50	175	182
2	39	40	50	182	191
2	54	40	50	200	—
2	59	—	—	—	Kochend.
3	7	—	—	Kochend.	—

Bey der Vergleichung der Resultate dieser beyden Versuche ergiebt sich, daß ich in Hinsicht der Holzsparung nichts verlohren hatte, wenn der äußere Seitenzug um die Pfanne verschlossen ist. Nun war ich neugierig zu bestimmen wie viel ich in Rücksicht der Zeit dabey gewonnen hatte, oder wie viel der

ver-

verstärkte Luftzug im Feuerherde dazu beyträgt, die zum Kochen des Wassers in der Pfanne nöthige Zeit abzukürzen, in Fällen wo es vortheilhaft ist, den Proceß des Kochens mit etwas mehr Holzaufwand zu beschleunigen. Der folgende Versuch, wobey die Verbrennung der Feurung durch gänzliches Offenhalten der Aschengrubenthür und des Dämpfers in dem Schornstein so sehr als möglich beschleunigt wurde, zeigt in wiefern ich meine Absicht erreichte.

33ster Versuch. Die Braupfanne enthielt 11,368 Pf. Wasser bey einer Temperatur von 47 Graden. Es wurde dabey mittelmässig getrocknetes Fichtenholz, welches in Stücken von 4 Fuß 4 Zoll Länge, jedes ein Pfund schwer, gespalten war, verbrannt. Der Versuch wurde am 29sten November angestellt. Der Barometer stand 26 pariser Zoll 8,7 Linien und Fahrenheits Thermometer 33°.

Zeitdauer.		Menge des auf den Herd gelegten Holzes.	Temperatur des Wassers in der Pfanne.
St.	M.	Pfund.	Grade.
2	0	100	47
0	14	100	58
0	34	100	88
0	51	100	100
3	9	100	123
0	25	100	144
0	39	100	151
4	0	100	——
0	10	——	200
0	17	——	kochend.
2	17	800	
Zeitdauer.		Holzverbrauch.	

Bey dem 32sten Versuch wurde dieselbe Menge Wasser, welches die Temperatur von 65½° hatte, mit 625 Pf. Fichtenholz in 2 Stunden 59 Minuten zum Kochen gebracht. Wäre das Wasser bey diesem Versuch eben so kalt gewesen als in den 23sten (nämlich 47°) so würde man anstatt 625 Pf. 705 Pf. Holz gebraucht haben; und der Proceß des Kochens würde, statt 2 Stunden 59 Minuten, 3 Stunden 22 Minuten gedauert haben. Hieraus folgt, daß wenn man, bey dem Proceß, 11,368 Pf. Wasser zu kochen, von 3 Stunden 22 Minuten 1 Stunde 5 Minuten ersparen will, dieß nicht anders geschehen kann, als durch eine Zugabe von 95 Pf. Fichtenholz; oder um ¼ Zeit zu gewinnen muß man ¼ Feurung mehr anwenden. In manchen Fällen ist

Zeitge-

Zeitgewinn vortheilhafter, in andern aber Holzspa-rung und es ist immer wünschenswerth nach Maaßgabe der Umstände eins von beyden ins Werk rich-ten zu können.

Wenn man bey den letzten beyden Versuchen die Menge des verbrannten Holzes und des dadurch er-zeugten Wärmestoffs mit der Menge des dem Wasser wirklich mitgetheilten Wärmestoffs vergleicht, so kann man sich ungefähr eine Vorstellung machen, wie sehr viel Wärmestoff in der Flamme und dem Rauch zurück bleibt, nachdem sie mehrere Fuß in Zügen unter dem dünnen Boden der Pfanne geleitet sind; und dieß zeigt wie schwer diese heißen Dämpfe ihren Wärmestoff abgeben und wie nöthig die Be-kanntschaft mit diesen Thatsachen ist, um sichere Maaßregeln zum Holzersparen nehmen zu können.

Ich habe mich bey diesen Versuchen mit den großen Braupfannen darum länger aufgehalten, weil dergleichen Versuche noch nie so im Großen an-gestellt sind. Ueberdieß haben sie, da sie mit Ge-nauigkeit gemacht wurden, einen eigenthümlichen Werth, unabhängig von den besondern Zwecken, wozu ich sie bestimmte.

Es ist nicht allein interessant sondern auch zu-weilen von wahren Nutzen, das Verhältniß der

Menge

Menge des von Kohlen und von Holz erzeugbaren Wärmestoffs bestimmen zu können. Ich hatte die Absicht, eine Reihe von Versuchen anzustellen, um das verhältnißmäßige Maaß des erzeugbaren Wärmestoffs aller zur Feurung gebrauchten verbrennlichen Körper auszumitteln, allein ich fand keine Muße meinen Vorsatz auszuführen.

Die befriedigendsten Nachrichten über diesen Gegenstand habe ich meinem Freunde Kirwan zu verdanken. Sie gründen sich auf Versuche, die Lavoisier angestellt hat. Hiernach scheint, daß ein gleiches Maaß von Wasser unter einer gleichen Oberfläche, abgeraucht, und folglich ein gleiches Maaß von Wärmestoff erzeugt werden könne.

von 403 Pf. geröfteten Steinkohlen (Coaks)	oder nach Maaßen	von 17 geröfteten Steinkohlen.
600 Pf. Steinkohlen		10 Steinkohlen.
600 — Holzkohlen		40 Holzkohlen.
1089 — Eichenholz		33 Eichenholz.

Ich darf die scharfsinnigen und interessanten Bemerkungen, welche diese Berechnung begleiteten, nicht mittheilen, weil sie mein Freund Kirwan in einem eignen Werke, dem Publikum vorlegen wird. Nach dieser Berechnung ergiebt sich, daß 1089 Pf. Eichenholz bey der Verbrennung eben so viel Wärmestoff erzeigen als 600 Pf. Steinkohlen. Da nun

das

das bey meinen Versuchen gebrauchte Fichtenholz eben so viel Wärmestoff erzeugt als Eichenholz, so läßt sich das Verhältniß leicht ausfinden wie viel Steinkohlen zur Erzeugung derselben Menge von Wärmestoff nöthig seyn würde. Denn das Gewicht der erforderlichen Kohlen verhält sich zu dem Gewicht des verbrannten Holzes wie 600 zu 1089.

In dem 31sten Versuche wurden 11,368 Pf. Wasser (bey einer Temperatur von $65\frac{1}{2}°$) mit 650 Pf. Fichtenholz zum Kochen gebracht. Während des Versuchs stand der Barometer etwa 28 englische Zoll, die Temperatur des kochenden Wassers war nur $209\frac{1}{2}°$, folglich war dessen Temperatur um 144 Grad erhöhet ($209\frac{1}{2} - 65\frac{1}{2}°$). Wäre das Wasser in London oder an einem andern Orte gekocht, der dem Spiegel des Meeres gleich läge, so hätte das Wasser, um zu kochen, bis zu 212° erhitzt werden müssen, und seine Temperatur wäre um $146\frac{1}{2}°$ erhöhet worden. Hierzu wären aber statt 650 Pf. Holz $661\frac{1}{2}$ Pf. nöthig gewesen. (denn 144° verhalten sich zu $146\frac{1}{2}$ wie 650 Pf. zu $661\frac{1}{2}$ Pf.). Hätte man Steinkohlen statt des Holzes gebraucht so wären $363\frac{1}{2}$ Pf. hinreichend gewesen. Denn das Maaß der verschiednen Feurungsarten, welches nöthig ist, um einerley Kochprozeß zu beendigen, verhält sich umgekehrt

gekehrt wie die Menge des Wärmestoffs, welchen ein gleiches Gewicht einer gewissen Feurungsart zu erzeugen im Stande ist, oder wenn die vorige Berechnung richtig ist, so verhalten sich im vorliegenden Falle $66\frac{1}{2}$ Pf. Holz zu $363\frac{1}{2}$ Pf. Steinkohlen wie 1089 zu 600. Ob es übrigens möglich ist, eine so große Wassermenge (11,368 Pf.) bey der Temperatur von $65\frac{1}{4}°$ mit so wenig Steinkohlen zum Kochen zu bringen, überlasse ich der Beurtheilung derjenigen, die mit dergleichen Versuchen bekannt sind.

Nach dem Resultate meines 20sten Versuchs ergiebt sich, daß $20\frac{1}{10}$ Pf. eiskaltes Wasser bey dem mittlern Drucke der Atmosphäre auf den Meeresspiegel bis zu 180° erhitzt oder zum Kochen gebracht werden können mit dem Wärmestoffe, der sich bey der Verbrennung von 1 Pf. Fichtenholz erzeugt. Nach diesem Resultate und nach der verhältnißmässigen Menge des von Fichtenholz und Steinkohlen erzeugbaren Wärmestoffs scheint hervorzugehen, daß mit dem bey der Verbrennung von 1 Pf. Steinkohlen erzeugten Wärmestoffe $36\frac{3}{10}$ Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen gebracht werden können. Hieraus ergiebt sich, daß die Steinkohle 36 mal ihr Gewicht Wasser vom Gefrierpuncte bis zum Siedpuncte erhitzen

könne. Da nun Watt durch angestellte Versuche gefunden hat, daß, um eine gewiße Menge schon siedendes Wasser in Dämpfe zu verwandeln, $5\frac{1}{4}$ mal so viel Wärmestoff nöthig ist, als erfordert wird, eben dieselbe Menge eiskaltes Wasser zum Kochen zu bringen, so würde nach dieser Berechnung, der Wärmestoff, welcher bey der Verbrennung von 1 Pf. Steinkohlen erzeugt wird, hinreichend seyn, fast 7 Pf. siedendes Wasser in Dämpfe zu verwandeln. In wiefern diese Berechnungen mit den Versuchen, welche mit Dampfmaschienen angestellt sind, übereinstimmen, weiß ich nicht. Aber es scheint, daß die Holzverschwendung bey diesen Maschienen viel größer ist als sie seyn sollte, oder seyn würde, wenn die Kessel und Feuerherde besser eingerichtet wären, und wenn die Feuerhitze selbst sorgsamer behandelt würde.

Bey Verbesserungs Versuchen ist es immer sehr schätzbar genau zu wissen, wie viel schon geleistet ist; genau messen zu können, wie viel Raum wir bey unsern Fortschritten zurück gelegt haben, und wie viel Schritte noch zu thun sind ehe wir unser Ziel erreichen. Die zurückgelegte Strecke ist leicht zu messen, aber desto schwerer ist es zu bestimmen, was noch vor uns liegt.

Die

Die Fortſchritte die ich bey meinen Verbeſſerungen der Feuerherde in Hinſicht der Holzſparung gemacht habe, kann man nach den Reſultaten meiner bisher angeführten Verſuche beurtheilen. Aber es würde ohne Zweifel ſehr befriedigend ſeyn, zu wiſſen, ob man die Holzſparung nicht noch weiter treiben könnte?

In meinem 4ten Verſuche wurden $7\frac{1}{16}$ Pf. Waſſer, bey der Temperatur von 58°, zu München mit 6 Pf. Holz zum Kochen gebracht. Wenn man hier noch die Menge des eiskalten Waſſers, welche mit dem Wärmeſtoff von 1 Pf. Holz zu 180° oder bis zum Kochen erhitzt wurde, berechnet, ſo kommt auf 1 Pf. Holz nur $1\frac{1}{7}$ Pf. oder genauer 1,11 Pf. Waſſer. Nach dem Reſultat des 20ſten Verſuchs wurden nicht weniger als 20 Pf. eiskaltes Waſſer mit dem Wärmeſtoffe von 1 Pf. Fichtenholz zum Kochen gebracht. Hieraus erhellet alſo daß in dem 4ten Verſuche 18mal mehr Feurung zur Erhitzung derſelben Waſſermenge verbraucht wurde als in dem 20ſten Verſuche. Daher können wir den Schluß machen, daß von dem in dem 4ten Verſuche erzeugten, oder bey der gehörigen Vorrichtung erzeugbaren Wärmeſtoff, nicht mehr als $\frac{1}{18}$ zur Erhitzung des Waſſers verwandt wurde, und daß der Ueberreſt, welcher $\frac{17}{18}$ des Ganzen beträgt, zerſtreuet worden und verlohren

ist. Im Anfang dieser Abhandlung wagte ich die Behauptung, „daß nicht weniger als $\frac{7}{8}$ des erzeugten „oder bey gehöriger Vorrichtung erzeugbaren Wär„mestoffs, mit dem Rauche in die Luft verfliege und „gänzlich verlohren gehe.“ — Ich überlasse es nun der Beurtheilung des Lesers, ob diese Behauptung auf hinlänglichen Gründen beruhet.

Ob es aber gleich völlig bewiesen ist, daß die Erhitzung des Wassers in dem 20sten Versuche mit dem 18ten Theil der Feurung bewerkstelligt wurde, die bey dem 4ten Versuche verbraucht wurde, so geben uns doch weder diese Versuche, noch die daraus gezogenen Schlüsse hinreichende Aufschlüsse über den wahren Verlust des Wärmestoffs, oder darüber, wie viel weniger Feurung hinreichend seyn würde, wenn durchaus gar kein Wärmestoff verlohren gienge. Die Versuche beweisen bloß daß der Verlust des Wärmestoffs in dem einem Falle wenigstens 18mal größer war als in dem andern aber sie bieten keine Gründe über den Betrag dieses Verlusts bey den Versuchen dar, wobey die Holzsparung aufs höchste getrieben wurde, noch zeigen sie die Möglichkeit, bey der Anlage und Einrichtung der Feuerherde größere Verbesserungen anzubringen. Ich werde mir also die Arbeiten anderer Naturforscher zu Nutze

machen,

machen, und durch Vergleichung ihrer Versuche mit dem Meinigen einiges Licht über diese dunkle Materie zu verbreiten suchen.

Crawford entdeckte durch einen mit Scharfsinn und Genauigkeit angestellten Versuch, daß der bey der Verbrennung von 30 Gran Holzkohle erzeugte Wärmestoff, die Temperatur von 31 Pf. 7 Unzen = 181920 Gran Wasser um 1,71 Grade von Fahrenheits Thermometer erhöhte, wenn von dem Wärmestoffe gar nichts verlohren gieng. Wenn aber 30 Gran Holzkohle nöthig sind, um die Temperatur von 181920 Gran Wasser um 1,71 Grad zu erhöhen, so würden 3157,9 Gran Holzkohle erforderlich seyn, um die Temperatur derselben Menge Wasser auf 180 Grad oder von dem Gefrierpunct bis zum Siedepunct zu erhöhen. Denn 1,71° verhält sich zu 30 Gran wie 180° zu 3157,9 Gran: foglich würde der bey der Verbrennung von 1 Pf. Holzkohle erzeugte Wärmestoff hinreichend seyn, 57,608 Pf. eiskaltes Wasser zu 180° zu erhitzen oder zum Kochen zu bringen. Denn 3157,9 Gran Holzkohle verhalten sich zu 181920 Gran Wasser wie 1 Pf. Holzkohle zu 57,608 Pf. Wasser.

Aus

Aus Lavoisier's Versuchen erhellet, daß die Menge des erzeugten Wärmestoffs von gleichem Gewicht der Holzkohle und des Eichenholzes sich verhält wie 1089 zu 600. Daraus folgt, daß ein gleiches Maaß Wärmestoff von 1 Pf. Holzkohle und 1,815 Pf. Eichenholz erzeugt wird, und daß also der von 1,815 Pf. Eichenholz erzeugte Wärmestoff 57,608 Pf. eiskaltes Wasser (oder 1 Pf. Eichenholz 31,74 Pf. eiskaltes Wasser) auf 180° erhitzen oder zum Kochen bringen würde, wenn von demselben bey der Verbrennung der Feuerung nichts verlohren gienge.

Wenn wir nun mit Grund annehmen, daß das Maaß des erzeugbaren Wärmestoffs von gleichem Gewicht von trocknen Eichen und trocknen Fichtenholz, sich völlig gleich ist, so können wir den wahren Verlust des Wärmestoffs in dem 4ten und 20sten Versuche berechnen, so wie auch in jedem andern Falle, wo die Menge der verbrauchten Brennstoffe, und die durch den Wärmestoff hervorgebrachten Wirkungen bekannt sind.

So würden z. B. in dem 20sten Versuche von demjenigen Theile des bey der Verbrennung von 1 Pf. Holz erzeugten Wärmestoffs, der in den Kessel wirklich eindrang $20\frac{1}{10}$ Pf. eiskaltes Wasser erhizt;

erhizt; aus der obigen Berechnung erhellet aber, daß mit dem gesammten von 1 Pf. Feurung erzeugten Wärmestoffe 31,74 Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen gebracht werden können, es erhellet also deutlich, daß ungefähr $\frac{1}{3}$ des erzeugten Wärmestoffs verlohren gieng, oder daß $\frac{20,1}{31,74}$ nur davon wirklich benutzt wurden.

Dieser Verlust ist in der That nicht größer, als man erwarten konnte, zumal wenn man alle die Ursachen in Anschlag bringt, die ihn bewirken helfen, und ich zweifle ob die Holzsparung jemals höher getrieben werden könnte.

Bey dem 4ten Versuche, wo der Wärmestoff von 1 Pf. Holz nicht mehr als 1,14 Pf. eiskaltes Wasser zum Kochen brachte, scheint es, daß nur ungefähr $\frac{1}{28}$ des erzeugten Wärmestoffs benutzt und gerettet wurde.

Bey allen Versuchen, die im Großen mit der Braupfanne angestellt wurden, entweicht mehr als die Hälfte des erzeugten Wärmestoffs durch den Schornstein und geht ungenützt verlohren.

VI. Capitel.

Kurze Nachricht von der Zahl der öffentlichen und privat Küchen und zu verschiednen Zwecken dienenden Feuerherden, die unter Anleitung und Aufsicht des Verfaſſers an verſchiednen Orten angelegt ſind. — Von den Küchen des Arbeitshauſes zu München — der Militärakademie — des militäriſchen Eßſaals — der Meierey des Wirthshauſes im engliſchen Garten zu München. — Von den Küchen des Hoſpitals La Pietà und La Miſericordia zu Verona. — Von einer kleinen Muſterküche in dem Hauſe des Baronet Sir John Sinclair zu London. — Von der Küche des Findelhauſes in London. — Von einer militäriſchen Küche zum Gebrauch der Truppen im Lager. — Von einem tragbaren Keſſel zum Gebrauch der Truppen auf dem Marſch. — Von einer großen Pfanne in der Halle der Leinenhändler zu Dublin, ein Muſter für Bleiche. — Von einem Feuerherde zum Kochen und zugleich zum Heitzen eines großen Saals, und von einem beſtändigen Backofen, beyde in dem Arbeitshauſe zu Dublin angelegt. — Von den Küchen- Waſchhaus- Caminfeuerherden. — Von Feuerherden in kleinen Hütten — von einem Muſter Kalkofen, in Irrland in dem Hauſe der Dubliner Geſellſchaft angelegt.

Der Wunſch, die Gründe, worauf ſich meine vorgeſchlagenen Verbeſſerungen ſtützen, ins vollſtändigſte

ptgste Licht zu setzen, hat mich verleitet, meine Versuche und die daraus gezogenen Schlüsse genau anzuführen. Diese Untersuchungen haben mich auf schwierige philosophische Forschungen geleitet, die vielleicht für viele meiner Leser nicht Interesse genug haben mögen, denen eine bloße Beschreibung meiner Feuerherde nebst einer Anweisung über deren Anlange angenehmer und nützlicher seyn würde. Ich hatte zwar die mechanische Anweisung über die Anlage der Küchenherde einer andern Abhandlung vorbehalten, allein um allen Lesern Gnüge zu leisten, die Gelegenheit haben meine schon angelegten Küchen und Herde zu prüfen, so habe ich mich entschlossen, hier eine kurze Beschreibung derselben nebst ihren Vorzügen und Mängeln beyzufügen. Diese verbunden mit dem was über diesen Gegenstand in den vorhergehenden Capiteln gesagt ist, wird, wie ich mir schmeichle hinreichend seyn, Jeden über meine Vorschläge zu belehren und ihn in den Stand setzen Feuerherde aller Art nach meinen Grundsätzen und Verbesserungen anzulegen. Das etwa noch fehlende wird in meiner nächsten Abhandlung ersetzt werden.

Ueber die gegenwärtige Einrichtung der Küche im Arbeitshause zu München.

Der große runde kupferne Keſſel, der neben der großen Küche in einer Kleineren ſteht, hat die vollkommenſte Einrichtung; ſein hölzerner Deckel iſt wohlfeil, einfach und dauerhaft; und erfüllt die Abſicht, den Wärmeſtoff einzuſchließen, vollkommen; ſeine Dampfröhre (oder Dampfſchornſtein, wie ich ſie zu nennen pflege) iſt von großen Nutzen, da ſie alle beym Kochen erzeugten Dämpfe ableitet, und die Luft in der Küche trocken und geſund erhält. Zur Ableitung der von der aufgegebenen Suppe aufſteigenden Dämpfe, dient ein hölzerner mit einer Klappe verſehener Dampfſchornſtein, deſſen Oeffnung ganz oben in der Decke der Küche iſt. Seine Klappe wird durch eine Schnur, die über eine Rolle läuft, geöffnet und geſchloſſen. Im Winter bleibt ſie immer verſchloſſen, um die kalte Luft abzuhalten, und wird nur in dem Augenblicke geöffnet, wenn der Dampf weggeleitet werden ſoll.

Die einzige Verbeſſerung, die man bey dieſem Keſſel noch anbringen könnte, wäre die, daß man Oeffnungen anbrächte, durch welche die Züge gereinigt werden könnten, ohne den Keſſel ſelbſt von ſeiner Stelle zu rücken. Dieß müßte eigentlich bey allen

allen großen Kesselherden geschehen. Da dieser Kessel täglich gebraucht wird, so müssen seine Züge alle 6 Wochen gereinigt und zugleich von seinen Boden und Seiten der Ruß mit einem Besen abgerieben werden.

Diesen Kessel gegenüber ist eine Maschiene zum Trocknen der Kartoffeln angelegt, die ihren Endzweck sehr gut erfüllt. Mäßig gekochte, dann geschälte und in Scheiben geschnittne Kartoffeln, die in dieser Maschine getrocknet werden, kann man mehrere Jahre gut erhalten.

Die 8 eisernen Kessel in der großen Küche sind nach guten Grundsätzen angelegt. Der Ofen, der von dem Rauche von zwey dieser Kesselherde erhitzt wird, und der zum Trocknen des in der Küche nöthigen Holzes bestimmt ist, verdient Aufmerksamkeit. Die hölzernen Deckel auf diesen 8 Kesseln, und die wagerechten hölzernen mit Packleinwand überzogenen und mit Oelfarbe angestrichnen Dampfröhren erfüllen den Zweck, wozu sie bestimmt sind, sehr gut.

Die Küche der Militärakademie zu München.

Diese Küche ist bey ihrer jetzigen Einrichtung in allen ihren Theilen so vollkommen, daß ich keine bedeuten-

deutende Verbesserung mehr anzubringen wüßte. Der Bratofen, der seit sieben Jahren im beständigen Gebrauch ist, ist noch sehr gut im Stande, und verspricht für die nächsten 20 Jahr noch eine gute Dauer. — Diese Küche ist groß und geräumig und sie hat viel Nutzen geschafft. Obgleich ihre einzelnen Theile wegen Localumständen nicht ganz so symmetrisch angelegt sind, als man wohl gewünscht hätte, so fehlt es doch an nichts, und alle verschiednen Kochprocesse können darin mit wenig Arbeit und einem geringen Holzaufwande vorgenommen werden. Zwey große Kessel und drey große Cafferolle die in einem Winkel einzeln eingemauert sind, kann ich als vollkommne Muster zur Nachahmung empfehlen. Kurz ich weiß nichts was ich in dieser Küche noch abändern mögte.

Die Küche des militärischen Eßsaals im englischen Garten.

Diese Küche ist in ihren einzelnen Theilen nicht so vollkommen als die vorige. Sie wurde im Frühling 1790 gebaut, und es sind darinn nur wenige unbedeutende Abänderungen vorgenommen. Sie hat drey Bratöfen, die nur klein sind, und also zum Muster für Privatfamilien dienen können, und es macht mir ein Vergnügen, daß man sie schon nachgeahmt hat.

Die

Die Küche in der Meierey im englischen Garten.

Diese Küche entspricht ihrer Bestimmung recht sehr und ich kann sie als ein gutes Muster für Küchen in Meiereyen und für Familien von 18 bis 20 Personen sehr empfehlen. Einer der Kessel, worin man Wasser zum Gebrauch in der Küche und für die Viehställe wärmt, wird im Winter von dem Rauch eines Stubenofens geheitzt, der in der Stube des Meiereyverwalters steht.

Die große Küche in dem Wirthshause des englischen Gartens.

Diese Küche, die an die Meierey stößt, ist fast bloß dazu eingerichtet junge Hühner bey offnen Feuer zu braten, welche ein Lieblingsgericht der Bayern sind. Sie hat drey offne Feuerherde die nach den Grundsätzen angelegt sind, die ich in meiner Abhandlung über die Caminfeuerherde empfohlen habe. Sie sind zwar nach verschiednen Seiten der Küche hingekehrt, öffnen sich aber alle in einem Camin, der ziemlich in der Mitte der Küche angelegt ist. Diese Küche wurde gebaut ehe meine Bratöfen in Gebrauch kamen. — Eine kleinere zu diesen Wirthshause gehörige Küche hat nichts vorzüglich empfehlenswerthes. Sie war ursprünglich zum Kochen des

Caffees

Caffees und der Chokolate bestimmt. Interessanter ist die Küche, die neuerlich in dem neuen Hospital für schwache und hülflose Arme am Gasteig angelegt ist. Sie kann als ein gutes Muster zur Nachahmung dienen.

Die Küche des Hospitals La Pietà zu Verona.

Diese Küche ist vorzüglich wegen ihrer bequemen Form und der vollkommenen Symmetrie ihre Theile merkwürdig. Das Mauerwerk von Backsteinen, worin die Kessel eingemauert sind, nimmt an einer Seite die Mitte eines höher gelegnen Platzes ein, der sehr zierlich gepflastert ist und sehr reinlich gehalten wird. Die Deckel der großen Kessel werden von Seilen, die über Rollen laufen, aufgehoben. Jetzt würde ich, wenn ich die Küche anlegte, die Kessel mit hölzernen Deckeln und Dampfschornsteinen versehen, so wie auf dem großen runden kupfernen Kesseln im Arbeitshause zu München. Wenn die Deckel so groß sind, daß sie mit der Hand nicht bequem aufgesetzt und abgenommen werden können, so müssen sie immer von Holz, in der Mitte getheilt und mit Haspen verbunden seyn. Sollten diese Deckel den Dampf gänzlich einschließen, so müssen sie eine besondre Beschaffenheit haben, die ich hernach beschreiben werde. Deckel für kleine Kessel und

Casserolle

Casserolle müssen allemal von Zinn und doppelt seyn. Die Roste, worauf das Feuer in dieser Küche angemacht wird, sind zwar rund aber nicht hohl oder schüsselförmig; da mir diese Verbesserung erst nach Beendigung des Baues dieser Küche bekannt wurde. Aus eben dem Grunde fehlen die spiralförmigen Züge unter den Kesseln. In allen andern Rücksichten ist diese Küche ganz vollkommen.

Die Küche des Hospitals La Misericordia zu Verona.

Diese Küche ist nach eben den Grundsätzen angelegt wie die Vorige. Der einzige Unterschied zwischen beyden liegt in der Vertheilung der Kessel. In dieser ist das Mauerwerk, das die Kessel faßt, rund auf beyden Seiten des Küchenplatzes gebaut. In den meisten Fällen ist diese Anlage der Kessel bequemer als jede andere, nur muß man dahin sehen, daß die größten Kessel am weitesten von dem Feuerherde, und die kleinsten, in einer regelmässigen Abstufung ihrer Größe, dem Herde am nächsten stehen. Dieß ist nöthig damit im Mauerwerk hinter den kleinern Kesseln Raum genug für die Canäle bleibt, welche den Rauch von den größern in den Schornstein leiten. Auf diesen Umstand wurde vorzüglich bey dem Bau der kleinen Küche gesehen, die ich in dem

dem Hause des Baronet Sir John Sinclair, Präsidenten des Ackerbauamtes, als eine Muster Küche, angelegt. Allein sie ist nicht so vollkommen als ich wünschte. Sie wurde während meiner Reise nach Irrland gebauet, und es konnte fast nicht fehlen, daß die übrigens geschickten Arbeitsleute, welche aber von meiner Art Küchen zu bauen noch keine Erfahrung hatten, nicht hätten Fehler machen sollen. Die wesentlichsten suchte ich zu verbessern; die übrigen mußte ich unabgeändert lassen, bis zu meiner Rückkehr nach England. Der größte Fehler ist der Mangel an Dämpfern in den Canälen, die den Rauch aus den verschloßnen Kesseln und Casserollherden in den Schornstein leiten. Diese müssen auch nicht bey dem kleinsten Feuerherden fehlen. Einige Versuche die ich seit der Zeit in Bayern gemacht habe, überzeugten mich von der großen Nothwendigkeit derselben, und ich kann den allgemeinen Gebrauch derselben nicht eindringlich genug empfehlen. — Da der Raum in dieser Küche sehr enge ist, so konnten nur einige kleine Kessel und Casserollen und ein Bratofen von mittlerer Größe, etwa für eine kleine Familie, angebracht werden. Dieser letztere ist eine so nützliche Maschiene, daß ich sehr wünsche, er möge bald in allgemeinen Gebrauch kommen. Die dadurch bewirkte Holzsparung ist fast unglaub-

unglaublich, und das darin gebratne Fleiſch iſt ganz vorzüglich ſchmackhaft und lecker.

Ein ſehr großer Bratofen wurde unter meiner Aufſicht in der Küche des Findelshauſes zu London angelegt, und ob ich gleich nicht bis zu ſeiner Vollendung in England blieb, ſo habe ich doch das Vergnügen gehabt von meinem Freunde Bernard, Vorſteher dieſer Anſtalt, zu hören, daß er alle ſeine Erwartungen übertroffen habe. Er ſchrieb mir, daß die Feurungskoſten, wenn 112 Pf. Rindfleiſch auf einmal darin gebraten werden, nicht mehr als 4 Pence (12 Kreutzer) betragen, und zwar nach einem ſehr hohen Preiſe der Steinkohlen, nemlich der Büſchel 1 Schilling 4 Pence.

Ich ließ zur Probe in dem Bratofen der Küche der Militärakademie zu München 100 Pf. Kalbfleiſch in 6 großen Stücken braten. Das dabey verbrannte trockne Fichtenholz wog 33 Pf., welches, die Klafter zu 4½ Gulden gerechnet, nur 3 Kreutzer koſtete.

Einſt erwähnte ich dieſes im Jahr 1792 gemachten Verſuchs in einer Geſellſchaft zu London im Jahr 1795, und hatte den Verdruß an den Mienen meiner Zuhörer zu ſehen, wie gefährlich es iſt, außerordentlich ſcheinende Wahrheiten bekannt zu machen.

In der Folge wurde ich vorsichtiger, und ich würde es nicht gewagt haben, diese Thatsache bekannt zu machen, wenn nicht die eben so auffallenden Resultate der in der Küche des Findelshauses zu London angestellten Versuche dem Publikum mitgetheilt wären.

Aber nicht allein der Bratofen sondern auch die Kessel in der Küche des Findelshauses zu London, die unter meiner Anleitung gesetzt wurden, erfüllen ihren Zweck vollkommen; und ich habe gehört, daß verschiedne andre große Hospitäler diese Einrichtung nachahmen. Da ich vor Beendigung der Küche des Findelhauses London verließ, so weiß ich nicht, ob die Canäle, welche den Rauch aus den Kessel und Bratofenherden in den Schornstein leiten, mit Dämpfern versehen sind. Diese sind jedoch unumgänglich nöthig; und ich rathe es jedem der nach meinem Grundsatze Küchenfeuerherde anlegt, sie nicht wegzulassen.

Man machte auch in der Küche des Findelhauses einen Versuch mit eyrunden schüsselförmigen Rosten von gegoßnen Eisen, aber die Feuerhitze war zu stark, daß sie bald schmolzen und unbrauchbar wurden. Daher mußte man sich an deren Stelle der gewöhnlichen flachen Rosten von starken eisernen Stä-

Stäben bedienen. Vielleicht ist die Feuerhitze, da wo man Steinkohlen in völlig verschloßnen Feuerherden brennt, so heftig, daß man daselbst die hohlen schüsselförmigen Rosten nicht gebrauchen kann, die ich in den öffentlichen Küchen zu München eingeführt und in dieser Abhandlung beschrieben und empfohlen habe. — Seit meiner Rückkehr nach München habe ich verschiedne Versuche mit Rosten von gemeinen Backsteinen, die eckigt gelegt sind, gemacht; und ich finde daß sie eben so gut wo nicht besser sind, als die Roste von eisernen Stäben. Man kann zu dieser Absicht Backsteine von eigenthümlicher Form und Größe von dem besten Thon, vermischt mit gepülverten Scherben von Schmelztigeln, bereiten lassen, die wohlfeil und dauerhaft, und sehr vollkommen sind.

Um die Kosten bey der Anlage der Küchenfeuerherde für arme Familien noch mehr zu verringern, kann man die Oeffnung des Herdes, wo die Feurung eingelegt wird, mit einem Ziegel oder flachen Stein verschließen. Ein anderer Ziegel oder Stein kann zur Thür der Aschengrube dienen, und ein dritter als Dämpfer in dem Canal, der den Rauch in den Schornstein leitet. Nach diesen Grundsätzen legte ich neulich eine Küche an, wobey nicht ein einziges

Stückchen Eisen oder andres Metall gebraucht wurde, außer der Kessel.

Als bey Annäherung der französischen Armee unter General Moreau die bayerischen Truppen unter meinem Oberbefehl zur Vertheidigung der Hauptstadt bey München zusammengezogen wurden, war die Stadt so voll von Soldaten, daß verschiedne Regimenter in öffentliche Gebäude eingelegt werden und auf den Wällen unter Zelten campiren mußten, wo sie keine Bequemlichkeiten zum Kochen fanden. — Für einen Theil dieser Truppen wurden daher vier große länglicht viereckte Pfannen von dünnem gut verzinnten Kupfer auf einem kreuzförmigen Mauerwerke befestigt. Jede Pfanne hatte ihren besondern Herd, welcher durch doppelte mit Dämpfern versehene Canäle mit einem gemeinschaftlichen Schornstein in der Mitte des Creutzes in Verbindung stand. Die Dämpfer waren dünne flache Ziegel. Die Rosten worauf die Feurung brannte, waren eckigt gesetzte Backsteine; und die Oeffnungen des Herdes und der Aschengrube wurden mit ausgehöhlten Ziegeln verschlossen.

Unter dem Boden einer jeden Pfanne, die ganz flach ist, waren der Länge nach drey Züge. In dem mittlern, der die Breite der beyden übrigen hatte,

brannte

brannte die Feurung. Die Oeffnung wodurch die Feurung eingelegt wird, ist an dem von dem Schornstein entferntesten Ende der Pfanne. Die Flamme bringt also bis zum Ende des mittelsten Zuges, theilt sich dann, kehrt in den zwey Seitenzügen nach dem vordern Ende der Pfanne zurück, und geht längst der Außenseite desselben in den Schornstein. Die Pfannendeckel sind von Holz und bestehen aus zwey Stücken die durch Haspen verbunden sind. Diese vier Pfannen sind nicht von gleicher Größe, sondern eine jede ist so viel kleiner als die andere, daß sie alle vier in einander gepackt werden können. Dieß erleichtert ihre Fortschaffung von einem Ort zum andern gar sehr. Die größte, worin die drey andern befindlich sind, wird in einen hölzernen Kasten gepackt. In die kleinste wird ein Zelt gepackt, welches sie alle vier bedecken kann. In der Mitte des Zelts ist eine Oeffnung für den Schornstein. Diese vier Pfannen mit dem Zelte und allem zu einer Küche für ein Regiment von 1000 Mann nöthigen Zubehör können leicht von einem Orte zum andern auf einem Karren mit einem Pferde fortgeschaft werden.

Ich bin bey der Beschreibung dieser tragbaren Küche darum so ausführlich gewesen, weil ich glaube,

be, daß ſie für Truppen im Lager ſehr nützlich werden könnte. Lord Pelham machte mit einer ſolchen Küche in letzten Sommer bey ſeinem Regiment einen Verſuch und fand, daß ſie großen Nutzen leiſtete. Die Holzſparung war hierbey ſehr beträchtlich, und die Erſparung der Mühe beym Kochen war nicht minder bedeutend. Den erſten Verſuch der Art ſtellte ich mit Lord Pelham mit einem Keſſel in dem Hofe ſeines Hauſes zu London an.

Ich hätte das was ich über dieſe tragbaren Feldküchen geſagt habe für meine nächſte Abhandlung aufſparen ſollen, wo es mehr an ſeinem Platz geweſen wäre. Aber da ich von den großen Vortheilen, die ſie gewähren können, überzeugt bin, ſo will ich keinen Augenblick verliehren, ſie der Aufmerkſamkeit derjenigen zu empfehlen, in deren Macht es ſteht, ſie zum allgemeinen Gebrauch einzuführen. — Noch eine andre Erfindung zum Gebrauch der Truppen im Felde iſt ein tragbarer Keſſel, der leicht und wohlfeil iſt, und worinn die Speiſen auf dem Marſch gekocht werden können. Es giebt ſo viele Gelegenheiten, wo man vor allen Dingen wünſcht, den von ſchweren Dienſt ermatteten und entkräfteten Soldaten ein warmes Eſſen geben zu können, wo es aber völlig unmöglich fällt,

fällt, sich beym Feueranmachen und Kochen aufzuhalten. Daher schmeichle ich mir, daß eine Vorrichtung, wodurch man einen wirklich kochenden Topf mit den vorrückenden Truppen Schritt halten läßt, ein sehr annehmliches Geschenk für jeden menschenfreundlichen Offizier und für jeden weisen und klugen General seyn werde. Viele Schlachten sind gewiß verlohren aus Mangel einer guten erquickenden Mahlzeit von warmen Speisen, welche die erschöpften Kräfte ersetzt, und den von Hunger und übermäßiger Anstrengung unterdrückten Muth der Truppen wieder belebt hätte.

Aber ich kehre von dieser Abschweifung zurück.— Die Gestalt der beyden größten Kessel in der Küche des Findelshauses ist ein längliches Viereck. Ich ziehe diese Form für große Pfannen allen andern aus vielen Gründen vor, vorzüglich aber weil man sie leichter in dem Mauerwerke befestigen, und ihre Züge besser reinigen kann. Zuerst führte ich sie bey meiner Anwesenheit in Irrland ein, als ich zu Dublin verschiedne Feuerherde zu mancherley Gebrauch anlegte.

Die erste dieser länglicht viereckten Pfannen wurde in der Behausung des Leinwandhändlers zu Dublin als ein Muster für Bleicher angelegt. Sie

Sie ist 8 Fuß breit, 10 Fuß lang, und zwey Fuß tief und hat einen hölzernen ausgehohlten Deckel, der den Dampf vollkommen in den Kessel einschließt. Der Deckel ist durch seine Haspen beweglich, die an seinem von der Thür des Herdes entferntesten Ende sitzen. Er wird durch ein Seil aufgehoben das über eine Rolle läuft, die über dem Kessel an dem Balken befestigt ist. — Unter der Pfanne sind 5 Züge befindlich, die nach der Länge der Pfanne laufen, und die eben die Einrichtung haben, wie bey der neuen Braupfanne, welche ich kürzlich zu München angelegt habe (Fig. 21. Kupfert. V.). Um die Außenseite dieser Pfanne sind keine Züge; aber die Backsteinwände, welche die kalte Luft abhalten, sind doppelt, und der Raum derselben ist mit Holzkohlen-Staub ausgefüllt.

Die Feurung brennt im vordern Ende des mittleren Zuges auf einem eyrunden schüsselförmigen Roste. Die Flamme läuft in diesem Zuge unter der Mitte der Pfanne bis zum äußersten Ende derselben, theilt sich dann, und kehrt in den beyden nächsten Zügen nach vorn zurück; dann wendet sie sich rechts und links, geht wieder in den beyden äußern Seitenzügen zurück bis zum äußersten-Ende der Pfanne, und tritt von da in zwey Canäle, welche sie in sanft

auf-

aufsteigender Richtung in die Züge einer andern Pfanne von gleicher Größe leiten, unter der sie gleichfalls ihren Kreislauf macht, und das Wasser erwärmt, welches zur Anfüllung der ersten Pfanne bestimmt ist.

Da diese Pfannen von sehr dünnem Kupferblech gemacht sind, und da dünne Pfannen den Wirkungen der Feuerhitze stärkern Widerstand leisten und folglich dauerhafter sind als die dicken, so kosten sie beyde zusammen genommen weniger, als eine einzelne Pfanne nach der gewöhnlichen Einrichtung. Herr Dufkin ein sehr thätiger und einsichtsvoller Mann, der selbst bey einer großen Bleiche interessirt ist, zeigte mir eine Berechnung, die sich auf wirkliche von ihm selbst angestellte Versuche gründet, wodurch er bewieß, daß die Holzsparung, die durch die allgemeine Einführung dieser Pfanne bey allen Bleichen in Irland bewirkt werden könnte, jährlich zum wenigsten 50000 Pfund Sterling (300,000 Rthlr.) betragen würde.

In einem Waschhause, das ich in dem Hause der Dubliner Societät anlegte (und das zugleich zum Muster eines Waschhauses für vornehme Familien dienen kann) sind auch zwey länglicht viereckte Pfannen befindlich, wovon die eine durch die

Feuer-

Feuerhitze und die andere dur
wird. Nachdem der Rauch in
ten Pfanne circulirt hat, trit
Zug der rings um die Seiten
mers (das neben dem Waschh
dann durch die Wand desselben
und entweicht durch den offnen
Boden der zweyten Pfanne mit
ersteren gleich liegt, so läuft d
der zweyten in die erstere, w
zweyten befindlichen meßingen
durch die Anfüllung der Haupt
wird. Die hölzernen Deckel
pelt und an Haspen beweglich
Fugen, worin Wasser befindlic
der Dampf völlig eingeschlossen
hölznerne Röhre treten, die a
mit Hacken befestigt ist, welche
in eine andere wagerechte höl
Wand in das Trockenzimmer
Röhre in das Trockenzimmer
eine kupferne Röhre 3 Zoll in
einer wagerechten Richtung
Mitte des ganzen Trockenzimm
eine Oeffnung im Fenster in d
Der Dampf welcher das Trock

kalnen Röhre, die ein guter Wärmestoffleiter ist, geführt wird, theilt seinen Wärmestoff der Luft im Zimmer mit, und läuft zu Wasser verdichtet durch die Röhre wieder ab. Wenn man die Röhre, aufwärts schleift, so kann man dieß Wasser, welches alsdann fast immer noch siedend heiß ist, wieder in die Pfanne zurück leiten, wodurch man Wärmestoff und folglich auch Feurung erspart.

Der Ofen, zum Heitzen der Plätteisen, ist von Backsteinen gemauert. Sein Boden ist eine hohle Pfanne von gegoßnen Eisen 18 Zoll ins Gevierte und 3 Zoll tief, die fast ganz mit feinem Sande angefüllt wird. Wenn man unter dieser Pfanne in einem verschloßnen Herde Feuer macht, so wird sie leicht roth glühend, indem der Sand in derselben ihre Oberfläche vor der kalten Luft schützt, und die Plätteisen, die man unter dem Sande mit dieser roth glühenden Metallplatte in Berührung bringt, werden in kurzer Zeit und mit weniger Feurungsaufwand erhitzt. Dieser Plätteofen steht zwar in dem Trockenzimmer, aber die Thür, wo die Eisen eingelegt werden und die Thüren des Herdes und der Aschengrube öffnen sich alle in das Plättezimmer. Der Rauch von diesen Ofen geht durch eine metallne Röhre in das Trockenzimmer, und trägt daselbst zum Trocknen des Leinenzeugs bey.

Da es zuweilen nöthig ist, das Trockenzimmer zu heitzen, wenn weder die Kessel im Waschhause, noch der Plattofen erhitzt sind, so ist auch dafür durch einen kleinen verschloßnen Feuerherd gesorgt, der sich in den Zug öffnet, durch welchen der Rauch von den Pfannen in dem Trockenzimmer hinein geleitet wird. Er ist außer dem Trockenzimmer da angebracht, wo der Zug sich mit der zweyten Pfanne vereinigt. Die obere Oeffnung desselben, wo die Flamme unten den Zug schlägt, wird durch eine eiserne Platte verschlossen, wenn er nicht geheitzt wird. Ist er aber geheitzt so muß die Thür zum Herde der Hauptpfanne und das Zugloch in der Aschengrubenthür geschlossen seyn.

Damit der obere Rand der Hauptpfanne nicht zu hoch über den Fußboden des Waschhauses empor stehe, und damit die Wäscherinnen in dem Kessel arbeiten können, ohne einige Stufen hinauf steigen zu müssen, so ist der Rost und der Boden der Züge unter der Pfanne fast mit dem Fußboden gleich, und die Aschengrube tiefer unter demselben gelegen. Um jedoch den Zugang zu dem Feuerherde, zum Einbringen der Feurung und Anzünden des Feuers bequemer zu machen, so ist vor demselben ein Platz drey Fuß ins Gevierte und zwey Fuß tief in dem Fußboden eingemauert

mauert und zum Hinabsteigen mit einigen Stufen versehen. In den beyden Seitenwänden dieses Vorplatzes zur Rechten und Linken sind Wölbungen zum Aufbewahren des Holzes, die einige Fuß unter dem Fußboden gehen. Die Stufen sind dem Feuerherde gegen über.

Solche Vorplätze sind vor allen Feuerherden großer Pfannen sehr nöthig, sonst steht der obere Rand derselben zu hoch über den Fußboden, und man kann also nicht leicht und bequem hinzu kommen. Man kann zwar vor den höher gelegenen Pfannen Stufen anlegen, allein sie sind immer unbequem, nehmen mehr Raum ein, und kosten mehr als die Ausführung des hier gethanen Vorschlags, wodurch sie unnöthig gemacht werden. — Die Vorplätze vor den Herden der großen Pfanne im Findelhause können gelegentlich mit Fallthüren verdeckt werden. In diese Thüren sind mehrere kleine Löcher gebohrt, um der Luft den freyen Zutritt zu der Aschengrube zu verstatten. Wenn die Thür des Feuerherdes etwa über der Fallthür liegt, so muß der Theil der Fallthür, welcher unmittelbar unter der Oeffnung des Feuerherdes liegt, mit dünnen Eisenblech beschlagen seyn, damit die etwa herausgefallnen glühenden Kohlen keinen Schaden anrichten können.

Wenn

Wenn es die Umstände verhindern, daß man keinen Vorplatz vor dem Herde in den Fußboden einsenken kann, so muß man um das Mauerwerk der Pfanne Stufen anlegen. Dann muß die oberste Stufe zum wenigsten 2 Fuß breit und noch breiter seyn, damit man vor der Pfanne Raum zum Stehen und Arbeiten hat. Zu noch mehrerer Bequemlichkeit müssen die Stufen um drey Seiten der Pfanne laufen, wenn das Mauerwerk frey steht. Der Boden des Feuerherdes muß wo möglich dicht über der Fläche der obersten Stufe stehen; und um Ebenmaaß in das Ganze zu bringen, muß die Aschengrubenthür mit der obersten Stufe in gleicher Linie liegen, und die längliche Oeffnung derselben sanft abwärts steigen. Auf diese Weise ist die Küche im Hospital La Pietà zu Verona angelegt.

Die Verlängerung der Oeffnung der Aschengrube hat weiter keinen Nachtheil, als daß die Wegschaffung der Asche etwas mehr Mühe macht. Allein die Unbequemlichkeit würde größer seyn, die unvermeidlich durch die Unterbrechung der Stufen an der vordern Seite der Pfanne entstehen müßte, wenn man die Aschengrubenthür gerade unter die Thür des Herdes anbrächte und einen Weg dazu offen lassen müßte.

Die

Die Züge unter der Hauptpfanne des Waschhauses in dem Hause der Dubliner Societät sind nicht so eingerichtet, daß sie die Flamme theilen, und sie in zwey Strömen zirkuliren machen. Sie laufen unter ihr von Seite zu Seite. Die Thür des Herdes ist nicht in der Mitte, sondern an einer Seite nahe am Ende der Pfanne. Die Flamme geht und kommt unter der Pfanne zweymal von vorn nach hinten, tritt dann an einer von dem Feuerherd entferntesten Stelle in einen mit einem Dämpfer versehenen Canal, der sie in einem Winkel von 45 Graden aufwärts steigend, in die Züge der zweyten Pfanne leitet. Der Boden der Züge unter der Hauptpfanne liegt in gleicher Höhe mit dem Fußboden des Waschhauses, und damit man sie leicht reinigen und die Pfanne mit einem Besen vom Ruß befreyen kann, so sind die Enden der Züge beym Aufmauern des Feuerherdes offen gelassen, und nach dem Einsetzen der Pfanne mit einer doppelten Wand von Backsteinen geschlossen. Um diese Wände dicht zu machen, verstreicht man die Fugen zwischen den Steinen auswärts mit nassem Thon.

Die Seiten der Pfannen werden vor der kalten Luft durch dünne Wände von Backsteinen, die mit Holz getäfelt sind, und durch Füllung des Raums zwi-

zwischen den Wänden und der Pfanne mit Holzkohlenstaub, bewahrt. Wenn ich diese Pfannen von neuem aufmauern ließe, so würde ich diesen Raum leer, oder mit bloßer Luft gefüllt, lassen, und nur unten einige kleine Oeffnungen anbringen, durch welche die Flamme und der heiße Dampf aus den Zügen empor steigen und die Pfanne umgeben könnten.

Obgleich mein Aufenthalt in Irland zu kurz war, um Modelle von allen Verbesserungen, deren Einführung ich in dieser reizenden und höchst interessanten Insel so sehr wünschte, zu errichten, so wurde ich doch durch die Bereitwilligkeit, womit man alle meine Vorschläge annahm, und durch den edelmüthigen Beystand, den ich von allen Seiten erhielt, in den Stand gesetzt, dort in zwey Monaten, mehr zu Stande zu bringen, als ich in vielen Jahren in manchen andern Ländern bewerkstelligt haben würde, wo die Fortschritte der Verfeinerung und die Anhäufung des Reichthums es fast unmöglich gemacht haben, die Aufmerksamkeit der Bewohner auf nützliche Verbesserungen zu leiten.

Ich wünschte es recht sehr, in dem Arbeitshause zu Dublin eine große Küche nach meinen Grundsätzen einzurichten und anzulegen, da in die-

dieser Anstalt, wo mehr als 1500 Menschen täglich gespeist werden, der Holzverbrauch sehr groß ist. Aber da ich nicht Zeit genug hatte ein so wichtiges Unternehmen zu Ende zu bringen, so hielt ich es für rathsamer es lieber gar nicht anzufangen. Indeß legte ich doch an dem einem Ende eines Arbeitshauses einen großen Kessel zum Muster an. Er sollte hauptsächlich nur zeigen, wie ein großer Saal von einem Küchenherde, und von demselben Feuer, das man zum Kochen benutzt, geheitzt werden könne *). Der Rauch von dem Feuerherde wird wagerecht an den Seiten des Saales von einem Ende desselben bis zum andern geleitet, und da der Kessel mit einem dampfdichten Deckel zugedeckt ist, so wird der Dampf ebenfalls in einer wagerechten bleiernen Röhre die mit dem für den Rauch bestimmten Zug parallel läuft und unmittelbar über ihr liegt, von einem Ende des Saals bis zum andern geführt. Bey warmen Wetter, wo der Saal nicht geheitzt werden darf, geht der Rauch und der Dampf unmittelbar in einen über dem Feuerherde befindlichen Schornstein in die freye Luft.

Um

*) Diese Einrichtung kann auch auf die Heitzung eines Treibhauses angewendet werden, selbst wenn es in beträchtlicher Entfernung von der Küche liegt.

Um die Wärme in dem sehr langen und schmalen Saale völlig gleichmäßig zu vertheilen, so daß es in der weitesten Entfernung von dem Feuerherde eben so warm wäre als in seiner Nähe, so ließ ich eine Bekleidung von warmen wollenen Zeuge 3 bis 4 Fuß lang hier und da um die Dampfröhre legen und mit Knöpfen befestigen. — Wenn man die Dampfröhre, da wo die Hitze im Saal am größten ist, mehr oder weniger mit dem wollnen Zeuge umkleidet, so kann der Dampf wegen dieser Bedeckung seinen Wärmestoff durch die Röhre der Luft nicht mittheilen, und bringt weiter vor, und wärmt diejenigen Theile des Saals, die sonst nicht gehörig erwärmt werden würden. Die Dampfröhre, welche aus dünnen Bleyplatten besteht, hat etwa 3 Zoll im Durchmesser. Sie wird, anstatt eine völlig wagerechte Richtung zu nehmen, gerade so viel aufwärts geschleift, daß das Wasser, welches aus der Verdichtung des Dampfes entsteht, wieder in den Kessel zurück fließen kann *).

Der

*) So legte ich auch einen Feuerherd nach diesen Grundsätzen an, um eine der Hauptkirchen zu Dublin mit Dampf (und zwar ohne Rauch) zu heitzen. So versprach ich auch einen Plan, das neue prächtige Versammlungszimmer des irländischen Unterhauses zu heitzen, aber ich habe ihn nicht ausführen können.

Der wagerechte Zug, in welchem der Rauch zirkulirt, ist eine runde Röhre von Eisenblech etwa 7 Zoll im Durchmesser. Um sie leichter reinigen zu können, besteht sie aus einzelnen Stücken von 12 bis 15 Fuß Länge, die ununterbrochen auf hohlen Säulen ruhen. Ein gewöhnlicher Treibhaus-Zug von Backsteinen und Mörtel würde die Erwärmung des Saals eben so gut bewirkt haben, nur hätte er zu viel Raum eingenommen, deshalb wurden jene eisernen Röhren vorgezogen.

Bey der Anlage des Kessels (der von dünnem Eisenblech ist) machte ich eine Versuch der über alle meine Erwartung gelang. Die Züge unter demselben sind Fortsetzungen des Bodens des Kessels; und bestehen aus hohlen Wänden von Eisenblech etwa 9

Einer der beyden Feuerherde, die ich in dem Versammlungssaal der irländischen Akademie angelegt, entspricht wie ich glaube, seiner Absicht sehr gut, hohe und große Säle in privat Häusern zu heitzen. Ich habe in ihm alle Vortheile eines offnen Feuers und eines deutschen Stubenofens zu vereinigen gesucht. Sein Rost von gegoßnem Eisen ist für Caminfeuerherde am passendsten, wo Steinkohlen gebrannt werden und kostet ungefähr 2 Rthlr. (7 Shl. 6 d.). Diese Art Roste sind seitdem, wie ich aus Briefen von daher weiß, allgemein in Gebrauch gekommen.

Zoll hoch und 1¾ Zoll dick; worin die Flüssigkeit hinabsteigt, so daß sie einen Theil des Kessels ausmachen. Durch diese Einrichtung ist die Flamme überall, außer unter dem Boden dieser Züge, von der zu heitzenden Flüssigkeit umgeben. Der Feuerherd ist eine flache Maße von Mauerwerk, der Rost liegt mit der Oberfläche desselben gleich hoch, und die Aschengrube ist die einzige Hohlung im Herde. Bey dieser Anlage wurde dafür gesorgt daß zwischen diesen hohlen Wänden oder Abtheilungen der Züge an den gehörigen Orten Raum übrig blieb, zum Einlegen der Feurung, ferner ein offner Gang für die Flamme von einem Zuge zum andern und von dem letzten in den Canal, welcher den Rauch in den Schornstein oder in die eisernen Röhren leitet, wodurch der Saal geheitzt wird.

Meine Hauptabsicht bey diesem Versuch war, ob ich nicht einen Kessel einrichten könnte, der, unter einem Wagen oder Karren aufgehangen, zum Kochen für die Truppen auf dem Marsch dienlich wäre, oder unter welchem man, wenn man ihn auf den bloßen Boden setzte, so gleich Feuer anzünden könnte. Wenn man diesen Kessel untersucht, so wird man finden, daß seine Einrichtung für den erwähnten Zweck sehr passend ist. Aber sie ist nicht bloß für

trag-

tragbare Kessel sehr zweckmässig und nützlich, sondern nach meiner Ueberzeugung würde man sie auch auf Kessel zu Dampfmaschienen, auf den Destillirkessel, und mehrere andre mit Vortheil anwenden können. Da das Entweichen des Wärmestoffs in das Mauerwerk fast gänzlich verhütet, und die Oberfläche des Kessels, worauf die Feuerhitze wirken soll, durch die hohlen Wände sehr vergrößert wird, so wird die Flüssigkeit in kürzerer Zeit und zwar mit einer geringen Menge Feurung erhitzt.

Diese Einrichtung hat noch einen andern Vortheil, welcher die Aufmerksamkeit der Destillatöre sehr verdient. Wenn man dem Boden dieser Züge, statt einer flachen Gestalt, inwendig im Kessel hinauf eine gewölbte, oder wie die eines Hausdachs giebt, (wie es bey dem genannten Kessel geschehen ist) so wird die heißeste Flamme immer an den obern Theil der Züge schlagen und folglich wird der dicke oder schleimige auf dem Boden des Kessels so sehr leicht anbrennende Theil der Flüssigkeit, welcher auf der erhobenen Oberfläche der Züge nicht gut liegen kann, nicht so sehr Gefahr laufen anzubrennen, und dadurch den Geschmack der gebrannten Wasser zu verderben; ein Zufall wogegen die Destillatöre bis jetzt noch kein Verhütungsmittel erfunden haben. Bey

Destil-

Destillirkesseln dieser Art ist es nöthig, daß die hohlen Wände der Züge dicker gemacht werden; auch müssen sie vielleicht tiefer seyn als die Böden der Züge, damit sich die dicke Materie nicht in die Wölbungen festsetzen und wegen zu starker Hitze anbrennen kann. — Eben solche Kessel können auch zur Bereitung dicker Suppen für Hospitäler gebraucht werden, weil diese Suppen auf dem Boden der Kessel leicht anzubrennen pflegen.

In dem Arbeitshause zu Dublin machte ich noch einen andern Versuch, zu dessen völliger Ausführung ich mir gern mehr Zeit gewünscht hätte. Ich fand daß die Ausgabe für Waitzenbrod in diesem Hause sehr ansehnlich war, denn sie betrug im Jahr 1795 nicht weniger als 3841 Pfund Sterling (23,046 Rthlr.) und sahe wohl ein, daß man eine große Ersparung machen könnte, wenn man denen, die auf öffentliche Kosten gespeist werden, statt des besten Waitzenbrods, womit sie nur verwöhnt und leckerhaft gemacht werden, wie bisher geschehen war, Kuchen von Hafermehl gäbe, eine Art Brod, woran sie von jeher gewöhnt sind. Aber um 1500 Menschen mit der gehörigen Menge Hafermehlkuchen versehen zu können, mußte eine bequemere und holzsparendere Art zu backen, als die gewöhnliche ist, eingeführt

geführt werden. Um diese wichtige Veränderung in der Beköstigung einer großen Menge Armer und Züchtlinge, die in jener weitläufigen Anstalt beysammen leben, zu erleichtern, bauete ich meinen so genannten immerwährenden Backofen.

Ich legte in der Mitte eines kreisrunden oder vielmehr zylinderförmigen Mauerwerks, etwa 8 Fuß im Durchmesser, welches die Mitte eines großen Zimmers einnahm, einen kleinen runden verschloßnen Feuerherd an, worauf Holz, Torf oder Kohlen gebrannt werden konnten. Sein Durchmesser ist ungefehr 11 Zoll, der Rost liegt etwa 10 Zoll über den Fußboden, und der Raum des Herdes verengert sich nach oben etwa um 4 Zoll. Unmittelbar über dieser engen Kehle laufen 6 abgesonderte wagerechte Canäle (jeder mit einem Dämpfer versehen, wodurch man die Oeffnung verkleinern oder gänzlich verschließen kann) durch welche die Flamme in sechs abgesonderte Reihen Züge unter 6 breite Eisenplatten geleitet wird, die die Boden von 6 gleich hoch stehenden Ofen bilden, deren Seiten sich berühren, und die in den zylindrischen Mauerwerk verborgen sind. Da jede dieser gegoßnen eisernen Platten die Gestalt eines gleichseitigen Dreyecks hat, so vereinigen sie sich alle im Mittelpuncte des Mauerwerks,

folg-

folglich treten zwey Seiten von einer jeden auf dem Boden desſelben in einem Punct zuſammen und bilden einen Winkel von 60 Graden.

Nachdem die Flamme unter dem Boden dieſer Ofen zirkulirt hat, ſteigt ſie in zwey in der Vorderwand eines jeden Ofens verborgenen und rechts und links an der Mündung derſelben gelegenen Canälen empor, circulirt dann in ähnlichen Zügen auf der Oberfläche einer andern dreyeckten gegoßnen eiſernen Platte, die die Decke des Ofens bildet, und ſteigt dann durch einen mit einem Dämpfer verſehenen Canal in einen hohlen Raum über dem Mauerwerk, von wo ſie durch eine wagerechte eiſerne Röhre, 7 Zoll im Durchmeſſer, die an der Decke des Zimmers hängt, in einen an der einen Seite des Zimmers befindlichen Schornſtein geleitet wird.

Dieſe 6 Oefen, die alle einander in dem Mauerwerk berühren, werden durch dünne Wände von Ziegeln 1½ Zoll dick und 10 Zoll ins Gevierte in ihren Seiten verbunden. Da jeder Ofen ſeine beſondere Mündung und einen mit dem Feuerherde in Verbindung ſtehenden Schieber hat, ſo kann man einen oder mehrere heitzen, ohne daß die andern geheitzt werden, oder man kann die Hitze des einen ohne Unter-

Unterbrechung einem andern zuführen; und wenn alles gehörig behandelt wird, so kann das Backgeschäft seinen ununterbrochnen Fortgang haben. So bald das Brod aus einem der Oefen gezogen ist, so kann man ihm unmittelbar die Feuerhitze wieder zu seiner Heitzung zukommen lassen, indeß der, welchem man das Feuer genommen hat, mit ungebacknen Broden gefüllt und verschlossen wird.

Meine Hauptabsicht bey der Anlage dieses Backofens war, den großen Verlust an Wärmestoff zu verhüten, der bey großen Backöfen statt findet, weil die Mündung derselben beym Herausziehen und Einschieben der Brode so sehr lange offen bleiben muß. Da jeder dieser kleinen Oefen nur 5 Brodte oder Kuchen faßt, so kann das Ausziehen und Einschieben der Brodte aus einem Ofen in einem Augenblicke geschehen. Während dieser Zeit bleiben die übrigen 5 verschlossen und verliehren also keinen Wärmestoff. Einer von den fünfen wird geheitzt, indeß die andern vier nach und nach mit Brodte angefüllt werden.

Als ich diese Backofen anlegte, so zweifelte ich in geringsten nicht, daß er seinem Hauptzweck, Hafermehlkuchen zu backen, Genüge leisten würde, weil man diese gewöhnlich auf heißen eisernen Blechen

bäckt;

bäckt; allein ich erwartete keinesweges, daß man große dicke Brodte darin würde backen können. Ich hatte noch keinen Versuch darüber gemacht. Ob ich gleich wohl begriff, daß auch hierzu weiter nichts nöthig sey als Hitze, von der ich hier nach allen nur nöthigen Abstufungen völlig Meister war, und ihre Grade nach Willkühr auf einander folgen lassen konnte, so glaubte ich doch, daß eine besondere Behandlung nöthig seyn mögte, um in diesen metallnen Oefen Brod zu backen. Aber diese Kenntniß konnte man sich nur durch Erfahrung erwerben. Was mich in dieser Vermuthung bestärkte, war eine Entdeckung die der Koch in der Militärakademie zufällig gemacht hatte. Bey seinen Versuchen hatte er ausgemittelt, daß sich in meinen Bratöfen Püddings und Pasteten aller Art vortreflich backen lassen, jedoch nur bey einer gewissen besondern Behandlung der Feuerhitze. Denn wenn man sie eben so behandelt wie beym Braten des Fleisches, so werden die Pasteten allemal vordorben und gerathen nicht. Nachdem es ihm mehrmals mislungen war, und er schon alle Hoffnung seinen Endzweck zu erreichen, aufgegeben hatte, entdeckte er ganz von ungefähr das wichtige Geheimniß. Dies besteht darinn, „daß der Bratofen hinlänglich ge„heitzt seyn muß, ehe man die Pasteten hineinschiebt,

„und

„und daß während dieses Processes die Luftzüge nie „ganz geschlossen seyn müssen.“

Seit kurzen habe ich nun auch entdeckt, daß man mit ähnlicher Vorsicht, in solchen metallnen Oefen, wie der im Arbeitshause zu Dublin, recht gut Brod backen kann.

Ich hielt es mehr als wahrscheinlich, daß man durch gewisse Vorrichtungen die Hitze so behandeln könnte, daß man in solchen nach diesen Grundsätzen angelegten und von außen heitzbaren Backöfen, das Brodbacken vorrichten könnte. Da ich nun von dieser Entdeckung nicht allein eine bedeutende Holzsparung sondern auch manche andere wichtige Vortheile erwartete, so stellte ich sogleich nach meiner Zurückkunft aus England in München im vorigen August Versuche an, um diesen Punct näher zu untersuchen. Ich habe auch meine Absicht in so weit erreicht, daß auf meinen Tisch seit den letztern vier Monaten kein andres Brod gekommen ist, als das mein Koch in meinem Hause in einem Ofen von dünnen Eisenblech, der, wie mein Bratofen, von außen geheitzt wird, gebacken hat; und ich kann versichern, daß ich nie beßeres Brod gegeßen habe. Alle die davon aßen, sind einmüthig derselben

ben Meynung. Es ist sehr leicht, völlig ausgebacken, ohne zu trocken zu seyn, und hat einen vortreflichen Geschmack. Die Brodte, die deswegen nur klein sind, damit sie desto mehr Rinde haben, (welche bey dieser Art Brodt vorzüglich schmackhaft ist) werden in den Ofen auf runde dünne Eisenbleche, die auf eisernen Füßen, von einem Zoll Höhe, ruhen, gelegt. Wollte man die Brodte auf dem Boden des Ofens legen, so würde die untere Rinde zu Kohle verbrannt werden und die Brodte würden verderben. Auch muß man hierbey die Vorsicht gebrauchen, daß man den bey dem Backen erzeugten Dämpfen einen freyen Abzug verstattet. Dieß kann man entweder durch einen Dampfschornstein mit einem Dämpfer versehen, veranstalten, oder dadurch daß man bloß ein Zugloch in der Ofenthür anbringt.

Ich muß zwar jetzt von dieser Materie abbrechen, da hier der Ort nicht ist, sie ausführlicher zu behandeln; allein ich kann unmöglich den Wunsch unterdrücken, daß andere und vorzüglich Becker, die gewiß bey diesen wichtigen und interessanten Untersuchungen ihren Vortheil finden würden, dem was ich hierüber gesagt habe, ihre Aufmerksamkeit schenken mögten.

Wie

Wie äußerst nützlich würden meine nach obigen Grundsätzen eingerichteten Bratofen und Backöfen auf Schiffen seyn! — Da ich im Jahr 1779 unter dem Admiral Hardy als freywilliger auf einer grossen Flotte gedient und mehrere lange Seereisen gemacht habe, so hatte ich oft Gelegenheit zu bemerken, wie schwer es hält bey stürmischen Wetter auf der See zu kochen. Es ist aber sehr begreiflich, wie viel es zum Wohlseyn der Seeleute beytragen würde, wenn man ihren Tisch, zumal bey heftigen Anstrengungen und Strapazen, mit warmen Speisen versehen könnte.

Damit die Bewegung des Schiffs keinen Theil der Geräthschaft im Bratofen beym Kochen zur See in Unordnung bringe, so muß der Bratofen die Gestalt eines vollkommnen Zylinders haben. Die Bratpfanne, worin das Fleisch liegt, muß ein länglicher Durchschnitt eines andern Zylinders seyn, deren Durchmesser einen Zoll kleiner ist als der Bratofen und die auf zwey Angeln in der Axe des Bratofens hängt, so daß sie in dem Bratofen frey schwebt ohne dessen Seiten zu berühren. Der Bratofen muß in Mauerwerk ruhen, und seine Axe muß nach der Länge des Schiffs gerichtet seyn. Um zu verhüten, daß die Brühe beym Hin- und Herwerfen

des

des Schiffs nicht aus der Bratpfanne verschüttet werde, so muß ihre innere Vertiefung durch kreuzweislaufende Abscheidungen in mehrere Abtheilungen abgesondert seyn.

Es ist nun nichts mehr übrig, als die Beschreibung der Küche, die ich in dem Hause der Dubliner Societät, als ein Muster für Privatfamilien, und auch von einem Feuerherde für Hütten und von einem Kalkofen, die ich gleichfalls beyde als Muster zur Nachahmung auf dem Hofe jenes öffentlichen Gebäudes angelegt habe.

In Absicht der Küche muß ich gleich zu Anfang bemerken, daß ich sie nicht sowohl zu einem vollkommnen Muster einer bequemen Küche für eine Privatfamilie bestimmt hatte, sondern daß ich vielmehr verschiedne nützliche Erfindungen darin anbringen wollte, welche alle oder zum Theil in Küchen von verschiednr Bestimmung und Größe nach Willkühr angebracht werden könnten. Ich hielt dieß für nützlicher als ein bloßes Muster zu einer Küche anzugeben. — Sie ist indeß dennoch eine vollständige Küche, und ob gleich in ihr Vorrichtungen angebracht sind, die ich hätte weglassen können; so wird man sie doch für die verschiednen Zwecke, wozu

wozu sie bestimmt sind, sehr brauchbar finden; überdieß dürften sie in einer Küche für eine große Familie öfters nöthig seyn.

Die allgemeine Anordnung der verschiednen Theile derselben halte ich für ganz vollkommen. Sie ist dieselbe wie die in der Küche des Hospitals La Pietà zu Verona, und wie die in der sehr vollkommenen Privatküche, die vor zwey Jahren zu München in dem Hause des Freyherrn von Lerchenfeld unter meiner Aufsicht angelegt wurde. In meiner nächsten Abhandlung, die ausschließlich von Küchenherden und Küchengeräthschaften handelt, werde ich eine genaue Beschreibung liefern, wie in diesen Küchen die verschiednen Kessel, Dampfkessel, Casserolle, Backofen und Bratofen angeordnet und in der Maße des Mauerwerks verbunden sind. Diesen Beschreibungen werde ich die nöthigen Kupfer beyfügen, um sie desto verständlicher zu machen.

Feuerherd für Hütten (cottage fireplace) und eiserner Kochtopf für Arme.

Der Feuerherd für Hütten den ich als einen Musterherd im Hofe des Dubliner Gesellschaftshauses anlegte, war noch nicht völlig fertig als ich Irrland verließ. Aber von dem was fertig war

war kann man ſich einen Begriff von den Grundſätzen machen, wonach ſolche Feuerherde angelegt werden müſſen. An jeder Seite eines offnen Caminfeuerherdes, (der, weil er klein war, in der Mitte eines Andern lag, und gewiſſermaßen einen großen offnen Feuerherd vorſtellte, die noch in den Hütten allgemein in Gebrauch ſind) brachte ich einen eiſernen Topf von einer beſondern Einrichtung an, den Jackſon aus Dublin gegoſſen hatte, und der bloß für eine arme Familie, ihre Speiſen darin zu kochen beſtimmt war. Dieſer Topf hat beynahe eine zylindriſche Geſtalt, iſt 16 Zoll im Durchmeſſer weit, und 8 Zoll tief. Unter ſeinem flachen Boden iſt ein ſpiralförmiger Fortſatz, der mit dem Topf gegoſſen iſt und ihm ſtatt eines Fußes dient. Wenn der Topf hingeſetzt wird ſo bilden die Seiten dieſes Fußes einen ſpiralförmigen Zug, in welchem die Flamme unter dem Boden des Topfs zirculirt. Der ganze Fortſatz iſt dicht am Boden des Topfs beynahe $\frac{1}{2}$ Zoll, und unten wo die Füße auf den Boden ſtehen $\frac{1}{4}$ Zoll dick, und ungefähr 4 Zoll weit oder vielmehr tief. Er iſt deswegen kegelförmig gemacht, damit er deſto leichter gegoſſen werden konnte. Um die äußere Oberfläche des Topfs vor der kalten Luft zu ſchützen, ſo iſt er in einem Zylinder von dünnen Eiſenblech eingeſchloſſen. Der

Zylin-

Zylinder ist so weit als der Topf an seinem Rande und so hoch als der Topf und seine spiralförmigen Züge zusammen genommen. Um den Topf an sein zylindrisches Gehäuse zu befestigen, ist an seinem äußern obern Ende, ein flacher reifenförmiger Rand 1½ Zoll tief angegossen. In diesen Rand paßt das obere Ende des Zylinders, und wird fest in ihn hineingetrieben. Dieser abstehende Rand dient nicht allein dazu, das zylindrische Gehäuse mit dem Topfe zu verbinden, sondern auch das Gehäuse etwas von den Seiten des Topfs entfernt zu halten, wodurch der Wärmestoff desto besser eingeschlossen wird. Um den Topf von einem Orte zum andern tragen zu können, ist er mit zwey Handhaben versehen, die an das zylindrische Gehäuse vernietet, und mit Holz überzogen sind.

Ich fühle es recht gut, daß ich mir durch Vorwegnehmung dessen, was anderwärts einen natürlichern Platz finden würde, Tadel zuziehe. Allein was ich hier über diesen eisernen Topf gesagt habe, soll bloß ein Wink sein, die Neugierde und Aufmerksamkeit erfinderischer Köpfe zu reitzen, die ein Vergnügen daran finden, ihren Scharfsinn an der Vervollkommung nützlicher Erfindungen zu üben, und denen es Freude macht, die Fortschritte des menschlichen Kunstfleißes zu beobachten.

Muſter eines immerwährenden Kalkofens.

Die beſondern Zwecke, welche ich bey Anlage dieſes Kalkofens beabſichtigte, waren 1) die Feurung auf ſolche Weiſe brennen zu laſſen, daß die Flamme den Rauch verzehrt. Dieß wurde dadurch bewirkt, daß der Rauch niederzuſteigen und durch das Feuer zu gehen gezwungen wurde; um ſo viel Hitze als möglich zu erzeugen. 2) die von dem Feuer aufſteigende Flamme und den heißen Dampf mit dem Kalkſtein durch eine große Oberfläche in Berührung zu bringen, um den Wärmeſtoff zu ſparen, und ſein Entweichen in die Luft zu verhüten. Dieß geſchahe dadurch, daß man dem Bauch des Kalkofens die Geſtalt eines hohlen abgeſtumpften Kegels gab, ihn gegen ſeinen Durchmeſſer ſehr hoch machte, und ihn bis zu ſeiner Spitze ganz mit Kalkſteinen anfüllte, indem das Feuer unter den Boden des Kegels hineindrang. 3) Den Proceß des Kalkbrennens ununterbrochen dauern zu laſſen, um die Verſchwendung des Wärmeſtoffs zu verhüten, der bey dem Kaltwerden des Ofens unausbleiblich erfolgt, wenn man beim Einlegen und Herausnehmen des Kalks, jedesmal das Feuer auszulöſchen, gezwungen iſt. 4) es ſo einzurichten, daß der ſo eben fertig gebrannte Kalk, der folglich noch ſehr heiß iſt, beym Abkühlen ſeinen Wärmeſtoff ſo abgeben müſſe, daß er die friſche

ſche Portion kalter Kalkſteine, die von neuen in den Ofen kommt, erhitzen helfe.

Um dieſe Zwecke zu erreichen wird die Feurung nicht mit dem Kalkſtein vermiſcht ſondern in einem verſchloßnen Feuerherde verbrannt, welcher ſich an einer Seite des Kalkofens etwas über dem Boden deſſelben öffnet. Große Kalköfen dieſer Art müſſen mehrere Feuerherde haben, die zwar an verſchiednen Seiten gelegen ſind, aber innwendig demſelben Kegel zugekehrt ſein müſſen. Man kann ihnen eben die Einrichtung geben, welche die Feuerherde der Porcellanöfen haben. — Auf dem Boden des Kalkofens iſt eine Thür angebracht, die man gelegentlich zum Herausnehmen des Kalks öffnet. Wenn beym Herausziehen einer Portion Kalk aus dem Ofen, ſich der übrige Vorrath niederſenkt, ſo muß der leere Raum in obern Theile des Ofens ſogleich wieder mit friſchen Kalkſteinen angefüllt werden. Sobald eine Portion Kalk aus dem Ofen gezogen iſt, ſo muß man die Thür ſogleich wieder zu ſchließen und ihre Fugen mit naſſem Lehm verſtreichen, um den Zug der Luft von dem Ofen abzuhalten. Jedoch muß eine kleine Oeffnung bleiben, aus Gründen die ich hernach anführen werde.

Da das Feuer in einiger Entfernung von dem

Boden des Ofens in ihn eindringt, und da die Flamme, ſobald ſie in ſeine Höhlung kommt, empor ſteigt, ſo iſt der untere Theil des Ofens mit ſchon gebranntem Kalk bedeckt. Wenn nun von unten eine Kalkſchicht weggenommen wird, ſo ſenkt ſich der darüber liegende ſchon ſehr heiße Kalk nieder, und da die Luft in dem Ofen, an welche der Kalk ſeinen Wärmeſtoff abgiebt, wegen ihrer Erhitzung aufwärts ſteigt und in die Spitze des Ofens dringt, ſo befördert dieſe untere Kalkſchicht, während ſie ſich abkühlt, die Erhitzung der friſchen Portion kalter Kalkſteine, welche von neuen eingeſchüttet wird. Um dieſe Mittheilung des Wärmeſtoffs von dem glühenden eben gebrannten Kalk an die obere nicht gebrannte Kalkſchicht zu befördern, muß man einen ſanften Luftzug von dem Boden des Ofens nach der Spitze hin durch eine Oeffnung unten in der Ofenthür bewirken. Dieſe Oeffnung die einen Schieber haben muß, darf nur klein ſein, ſonſt veranlaßt ſie, daß zu viel kalte Luft in den Ofen dringt, und bringt alſo mehr Schaden als Nutzen. Am beſten iſts, wohl die Thür ganz zu ſchließen, ſobald die untere Kalkſchicht im Ofen einen Theil ihres Wärmeſtoffs abgegeben hat.

Da ich die Verbeßrung des Kalkofen für eine

Sache

Sache von großer National-Wichtigkeit ansehe, zumal seitdem der Kalk so allgemein zum Dünger gebraucht wird, so habe ich mir vorgenommen, die erste Muße, die ich ersparen kann, der genauern Untersuchung dieses Gegenstandes zu widmen. Indeß habe ich hier einige Ideen darüber hingeworfen, damit sie von andern, die Kenntniß davon haben, geprüft, berichtigt und verbessert werden mögen.

Der Muster-Ofen, den ich im Hofe des Dublinner Societätshauses aufbauen ließ, ist noch sehr unvollkommen, wie ich gern gestehe. Aber er wurde in großer Eile gebaut, einen Tag vor meiner Abreise aus Irrland. Indeß bin ich jetzt in München mit dem Bau eines Kalkofens nach eben den Grundsätze beschäftigt, den ich so vollkommen als möglich einzurichten suchen werde. Sollte mir dieß gelingen, wie ich nicht zweifle, so werde ich dem Publikum davon eine besondere Beschreibung mit Kupfern und allen nöthigen Erklärungen begleitet, mittheilen, und befriedigende Rechenschaft von dem Erfolge dieses Versuchs ablegen. — Diese Untersuchungen werden interessanter und ihre Ergebnisse um so nützlicher werden, da mich die Entdeckung einer Steinkohlengrube in der Nachbarschaft von München, die jetzt mit Erfolg bearbeitet wird, in den

Stand

halb ſo groß macht, als der Durchmeſſer des Keſſels an ſeinem obern Rande iſt.

Fig. 5. Stellt einen umgekehrten Kegel von dünnen Eiſenblech vor, der unmittelbar unter den Roſt geſtellt wird, indem ſein Rand den runden Reifen des Roſts aufnimmt. Wenn der Feuerherd groß iſt, ſo kann man dieſen umgekehrten Kegel von Backſteinen mauern laſſen. Für kleine Herde iſt es am beſten ihn von gebrannter irdner Waare zu bereiten.

Fig. 6 — 7 — 8. Aufriſſe und Durchſchnitte von einem durchlöcherten Ziegel und ſeinem Stopfer womit man die Oeffnung des Herdes, wo die Feurung eingelegt wird, verſchließt. Der Durchmeſſer der runden Oeffnung oder des Lochs im Ziegel muß 6 bis 7 Zoll ſein.

Tafel II.

Fig. 9 bis 16. zeigen die Einrichtung einer Aſchengrubenthür mit ihrem Schieber, Fig. 9. iſt ein Aufriß der Thür mit dem Schieber von vorn. Sie iſt ganz von Eiſenblech außer die vier ſchmalen Stücke in den vier Winkeln, welche die runde Platte des Schiebers befeſtigen, und die kleine runde Platte auf der Mitte des Schiebers, die alle von Meſſing ſind, weil dieſes Metall nicht ſo leicht roſtet als Eiſen.

Fig. 10. ein Aufriß von der hintern Seite der

Thür

Thür, in ihrem Rahmen befeſtigt, wo man die Art, wie ſie in ihren Rahmen zu geſchloſſen wird, und die eiſernen Stäbe, a, b, c, d wodurch der Rahmen in dem Mauerwerk befeſtigt wird, bemerken kann.

Fig. 11. iſt ein wagrechter Durchſchnitt durch die Mitte der Thür und ihres Rahmens, und durch den Knopf, der die Thür zuſchließt.

Fig. 12. Ein Durchſchnitt dieſes Knopfs nach einem vergrößerten Maaßſtab, um zu zeigen wie er gemacht iſt.

Fig. 13. Die Eiſenblechplatte von der vordern Seite mit den Löchern, wodurch die übrigen Theile derſelben befeſtigt werden.

Fig. 14. Der runde Scheibe des Schiebers. Es iſt daran ein hervorſtehender Knopf befindlich, woran er gedrehet wird.

Fig. 15 und 16. Eins von den vier Stäbchen Meſſing nach einem vergrößerten Maaßſtabe, die den Schieber an den vier Ecken der Thür befeſtigen.

Dieſe Schieber oder Zuglach-Thüren und überhaupt eiſerne Thüren vor Feuerherden müſſen nie in eine Fuge des Rahmens einſchließen, ſondern bloß dicht an den vordern Rahmen anpaſſen, welcher zu der Abſicht völlig glatt geſchliffen ſein muß. Wenn dieß geſchehen iſt; wenn die Eiſenplatte der Thür eine recht ebene und glatte Fläche

hat und gut in ihren Angeln hängt; ſo kann man die Thür leicht zu machen und die Oeffnung genau verſchließen, ungeachtet der Ausdehnung des Metalls durch die Hitze. Dieß iſt aber nie der Fall, wenn die Thüren den Feuerherde in Fugen paſſen.

Da wo die Hitze ſehr heftig iſt, muß der Rahmen der Thür von hartgebrannten Backſteinen gemacht ſeyn, und der Theil der Thür, welcher der Feuerhitze nakend ausgeſetzt iſt, muß entweder mit einem Stück dergleichen Stein, das daran mit eiſernen Klammern befeſtigt wird, bedeckt werden, oder man muß in die dem Feuer ausgeſetzten Stellen der Thür eine hinlängliche Anzahl ſtarker Nägel mit langen Hülſen und flachen Köpfen eintreiben, und ein Gemiſch aus Thon und einem Pulver von zerbrochnen Schmelztiegeln darauf 2 Zoll dick auftragen. Dieſe Maſſe wird durch die Köpfe der Nägel feſtgehalten. Wenn man ſie naß aufträgt, langſam trocknet, die Riſſe ſorgfältig ausfüllt, und das ganze zu einem feſten Körper ſchlägt, ſo bildet ſie, durch die Feuerhitze gehörig getrocknet, eine Decke für die Thüre, wodurch dieſe vor allem Nachtheil vom Feuer völlig geſchützt wird. Eine Thür mit einer ſolchen Decke hält zehnmal länger, als eine andere ohne dieſelbe. Die beyden innern Thüren vor den beyden Brandpflanzenherden zu München ſind auf dieſe Art ver-

der Feuerhitze geſchützt; und dieſe Vorrichtung leiſtet, ohne die mindeſte andere Unbequemlichkeit, vollkommen alles was man nur erwarten konnte.

Tafel III.

Fig. 17. Ein Aufriß der vordern Seite der neuen Braupfanne, im Brauhauſe Neuheuſel, oder vielmehr von ihrem Feuerherde und Deckel, da die Pfanne ſelbſt im Mauerwerk verborgen liegt. Die innere Thür des Herdes zeigt ſich verſchloſſen und die äußere Thür iſt aus ihren Angeln gehoben, damit man die innere ſehen kann. Die zwey Wölbungen A und B in Mauerwerk an der rechten und linken Seite des Herdes, dienen zum Aufbewahren des Brennholzes. Die Scheidewände des Feuerherdes und die verſchiednen Züge ſind durch punctirte Linien angedeutet. Das kleine runde Loch rechts an der Thür des Feuerherdes, iſt das Fenſter, wodurch man die brennende Feurung im Herde beobachten kann. — a, b, iſt die hölzerne Einfaſſung der Braupfanne: c, d, ein ebener Gang, worauf die Arbeiter ſtehen, wenn ſie die Pfanne ausſchöpfen; e, f, ein anderer Gang, worauf man von einer Seite der Pfanne zur andern gehen kann. Er iſt ungefähr 18 Zoll breit und liegt 12 Zoll höher, als die andern beiden, damit die Oeffnungen in die Züge g und h frey bleiben.

Dieſe

Dieſe Oeffnungen ſind durch doppelte Backſteinwände verſchloſſen und werden nur dann geöffnet, wenn die Züge einer Reinigung bedürfen. Die Wände derſelben kommen in der folgenden Figur deutlicher vor.

Fig. 18. Ein wagerechter Durchſchnitt des Feuerherdes unmittelbar unter dem Boden der Pfanne a, a, a, a, vier Oeffnungen wodurch die Züge, welche bey der erſten Anlage des Herdes um die Außenſeite der Pfanne liefen, gereinigt wurden. b, der Canal, der den Rauch in den Schornſtein leitete. Die Oeffnung in den Feuerherd und das kegelförmige Loch in der Mauer, das zum Fenſter dient, ſind durch punktirte Linien angedeutet. Die Stelle der äußern Thür des Feuerherdes iſt durch die punctirte Linie c, d, angedeutet. Der ſchüſſelförmige Roſt iſt an ſeiner Stelle. Die Wände der Züge unter der Pfanne ſind alle ſichtbar. Die krummen Pfeile in den Zügen zeigen die Richtung und den Gang der Flamme.

Tafel IV.

Fig. 19. Ein ſenkrechter Durchſchnitt der in der 17ten Figur abgebildeten Pfanne. Er geht durch die Mitte der Pfanne, ihres Deckels und des Feuerherdes. A iſt die Aſchengrube mit einem Durchſchnitt ihrer Schieberthür. B. Der Feuerherd mit ſeinem ſchüſſel-

ſchüſſelförmigen Roſt. C. Die Oeffnung wodurch die Feurung eingelegt wird, nebſt den Durchſchnitten ihrer beyden Thüren. D eine Wölbung im Mauerwerk, um Backſteine zu ſparen. E die Pfanne und F ihr hölzerner Deckel. m Der Dampfſchornſtein, der mit einem Dämpfer verſehen iſt. K, K, Die ſenkrechte Wand des Hauſes, woran das Mauerwerk der Braupfanne ſteht. a b Die hölzerne Einfaſſung der Pfanne. Man kann hier die Geſtalt und Einrichtung des Braupfannen Deckels und ſeine Thür und Fenſter genau bemerken.

Tafel V.

Fig. 20. Ein wagrechter Durchſchnitt dieſes Feuerherdes in gleicher Höhe mit dem Boden des Zuges der um die Außenſeite der Pfanne geht, und worin vorher die Flamme zirkulirte. Die Züge unter der Pfanne ſind durch punktirte Linien angedeutet.

Fig. 21. Ein wagrechter Durchſchnitt des Braupfannenherdes, in gleicher Höhe mit dem obern Rande der Züge unter der Pfanne, nachdem der Zug um die Außenſeite der Pfanne geſchloſſen war, oder nachdem vielmehr die Flamme nicht mehr darin zirkulirte. Die Figur zeigt den Feuerherd in ſeinem jetzigen Zuſtande. Die krummen Pfeile zeigen die Richtung der Flamme in den Zügen.

gen. — a b Zwey mit Dämpfern versehene Canäle, die den Rauch in den Schornstein leiten. — c, c, c, c, Vier kleine Löcher in Verbindung mit den Zügen, wodurch die Flamme und der heiße Dampf in den hohlen Raum an der Außenseite der Pfanne steigen können, und der vorher zum Zuge diente.

Fig. 22. Ein Aufriß der Aschengrubenthür dieses Braupfannenherdes von vorn mit ihrem Schieber. Diese Thür, wird mittelst einer besonders eingerichteten Klinke geschlossen, wie man in der Abbildung sehen kann.

Fig. 23. Die Thür ohne ihren Schieber. Fig. 24. Die runde Scheibe des Schiebers allein abgebildet. Diese Thür schließt sich an dem vordern Rande ihres Rahmens und nicht in demselben. Die Gründe hiervon sind bey der Erklärung der 2ten Tafel angeführt.

Tafel VI.

Fig. 25. Ein Durchschnitt eines kleinen Kalkofens, der jetzt zu München, um Versuche damit zu machen, gebauet wird. Die Höhe des Ofens ist 15 Fuß, sein innerer Durchmesser unten 2 Fuß, und oben 9 Zoll. Um den Wärmestoff wirksamer einzuschließen, sind seine dünnen Backsteinwände doppelt, und der Raum zwischen beyden ist mit trockner Holz-

asche

aſche ausgefüllt. Zu mehrer Feſtigkeit des Mauerwerks ſind die beyden Wände an verſchiedenen Stellen mit wagerechten Lagen von Backſteinen durchbunden, wodurch die Wände feſt zuſammen gehalten werden.— a Die Oeffnung, durch welche die Feurung in den Herd gelegt wird, und die Luft hinunterdringt, die das Feuer unterhält. Der Feuerherd iſt mit Kohlen angefüllt vorgeſtellt. Die Flamme bringt ſeitwärts in die Höhlung in den Kalkofen durch eine Oeffnung, die zu dem Ende auf dem Boden des Feuerherdes angebracht iſt. Der obere Theil der Oeffnung, wodurch die Feurung in den Herd gelegt wird kann durch eine eiſerne Platte zugedeckt werden, die ſich in Haſpen bewegt. Sie dient ſtatt eines Zuglochs, je nachdem ſie mittelſt einer Kette mehr oder minder aufgehoben wird. In der Abbildung ſieht man dieſe Platte mit ihrer Kette. b, iſt eine Oeffnung in der Vorderwand des Feuerherdes, die zur Reinigung des Herdes dient. Gegen ihr über iſt die Oeffnung wodurch die Flamme aus dem Feuerherde in den Ofen dringt. Sie darf nie völlig geſchloſſen werden, um einen geringen Theil Luft wagrecht in den Herd treten zu laſſen. Dieſe Zulaſſung der Luft iſt bey Feuerherden nöthig und nützlich, in denen zur Verzehrung des Rauchs, die Flamme nieder ſteigen muß. Zu dem Ende kann man an verſchiedenen

Stellen der Vorderwand des Herdes kleine Löcher mit kegelförmigen Stopfern anbringen. Der Boden des Herdes iſt ein Roſt von eckenweis gelegten Backſteinen, und unter dieſem Roſt iſt die Aſchengrube. Weil durch den Roſt keine Luft in den Herd dringen darf, ſo muß die Aſchengrubenthüre beſtändig verſchloſſen bleiben, und nur zum Herausziehen der Aſche geöffnet werden. — d iſt die Oeffnung durch welche der Kalk aus dem Ofen genommen wird. Sie muß gleichfalls genau verſchloſſen bleiben, damit keine kalten Luftzüge durch den Ofen ſtreichen.

Da nur immer ſo viel Kalk auf einmal aus dem Ofen genommen werden darf als in dem Theile deſſelben befindlich iſt, der unter dem Boden des Feuerherdes liegt, ſo muß man den Kalk, ſo wie er aus dem Ofen kömmt, in eine Grube ſchütten, die in dem Fußboden unter der Oeffnung, wodurch der Kalk ausgezogen wird, eingegraben iſt. Dieſe Grube hat die gehörige Größe, daß ſie zum Maaß dienen kann, wonach man beſtimmt, ob die gehörige Menge Kalk aus dem Ofen genommen iſt.

Während deſſen daß der Kalk aus dem Boden des Ofens gezogen wird, legt man von oben friſche Kalkſteine in denſelben. Hierbey muß man das Feuer dämpfen, indem man den Feuerherd mit

ſeiner

ſeiner eiſernen Platte verſchließt. Nöthigenfalls kann man auch, beim Kalkbrennen ſelbſt, das Feuer und die Vertheilung der Hitze dadurch reguliren, daß man die Oeffnung auf der Spitze des Kalkofens mehr oder minder mit einem flachen Ziegelſteine oder einer gegoßnen eiſernen Platte verſchließt.

Die doppelten Wände des Ofens, der leere Raum dazwiſchen, und die wagrechten Durchbinder von Backſteinen ſieht man deutlich in der Abbildung angedeutet. Der Ofen iſt mit kleinen runden Kalkſteinen angefüllt vorgeſtellt, die man in München zum Kalkbrennen nimmt. Die Kalkſteine werden von der Iſer von den Kalkgebirgen an der bayeriſchen Grenze herunter geſchwemmt, und auf ihrem Wege in dem Strome durch Aneinanderreiben gerundet.

Ende der 6ten Abhandlung.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

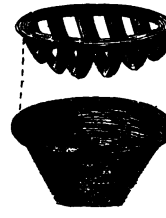


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Taf. 2.

Fig. 9.

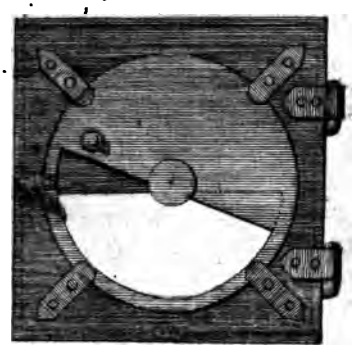


Fig. 10.

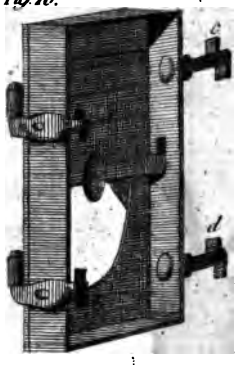


Fig. 12.

Fig. 11

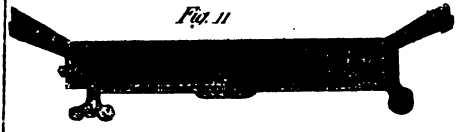


Fig. 13.

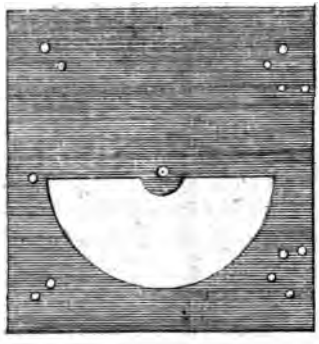


Fig. 14.

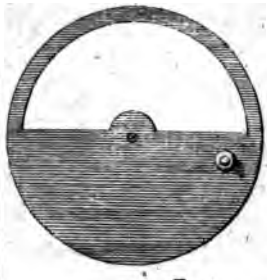
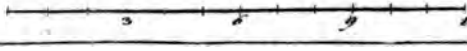


Fig. 15.

Fig. 16.



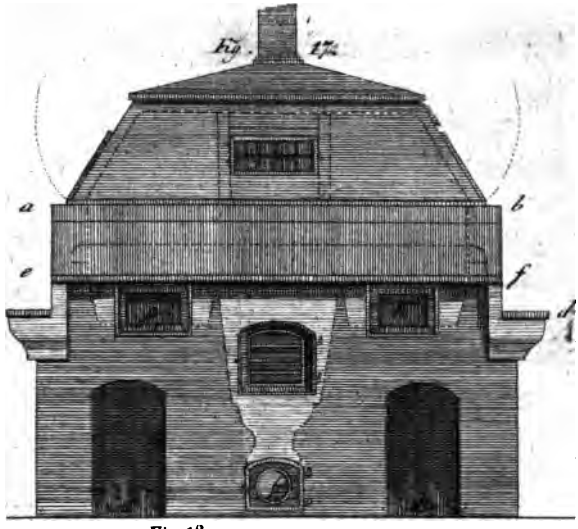


Fig 18.

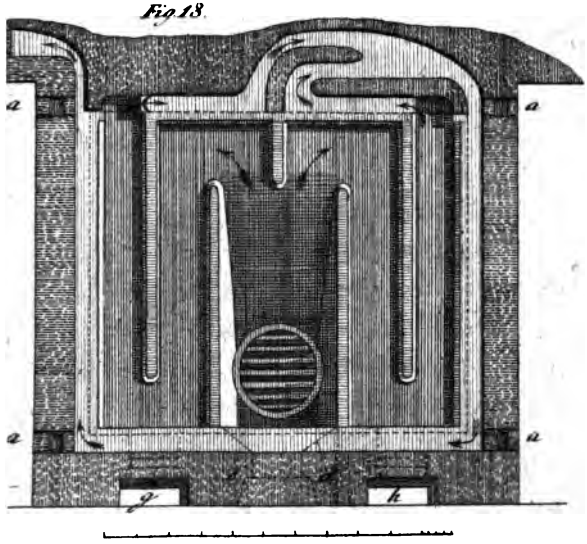


Fig. 19.

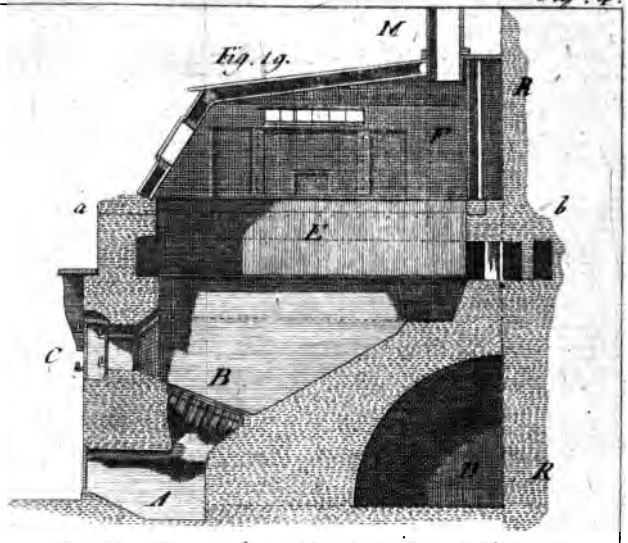


Fig. 20.

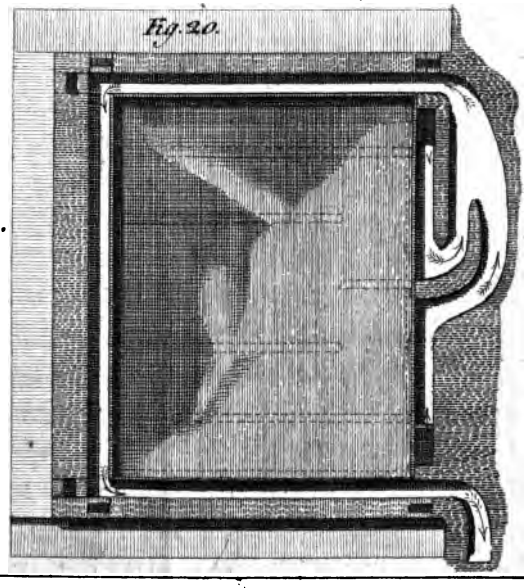


Fig 24.

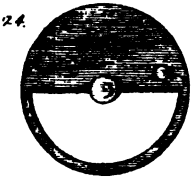


Fig. 23.

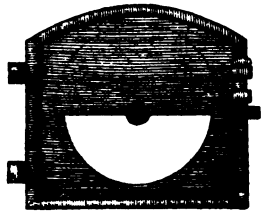


Fig. 22.

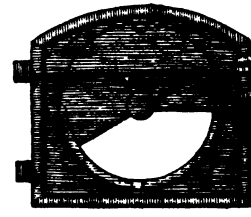
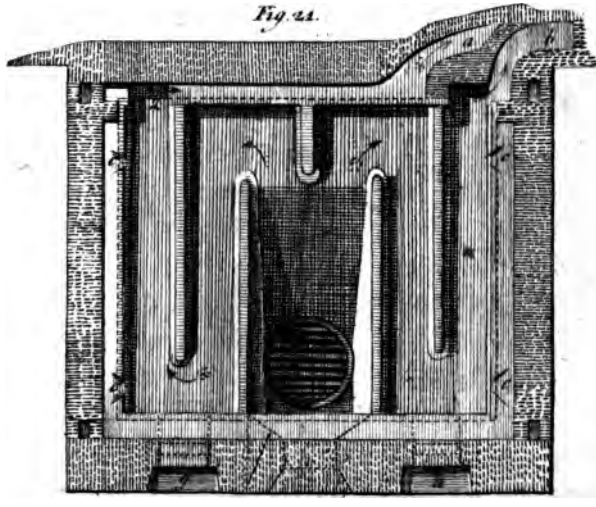
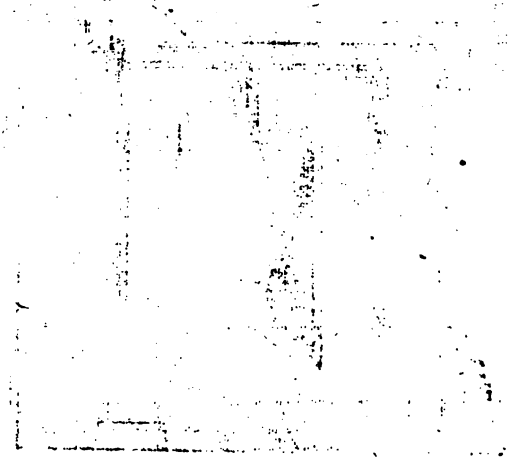


Fig. 21.





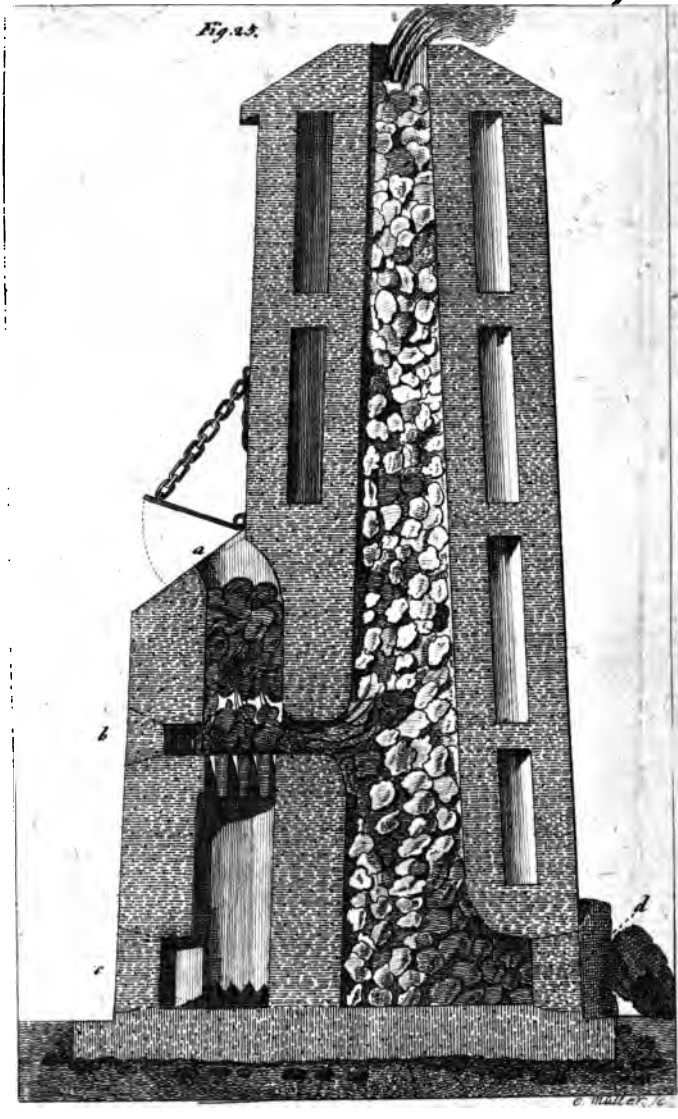


Fig. 23.
a
b
c
d
C. MILLER, Jc.

Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts.

Nach der zweyten vermehrten Ausgabe aus dem Englischen übersetzt.

Zweyter Band.

Zweyte Abtheilung.

Mit Kupfern.

Weimar, 1800.

Im Verlage des Industrie-Comptoirs.

VII.

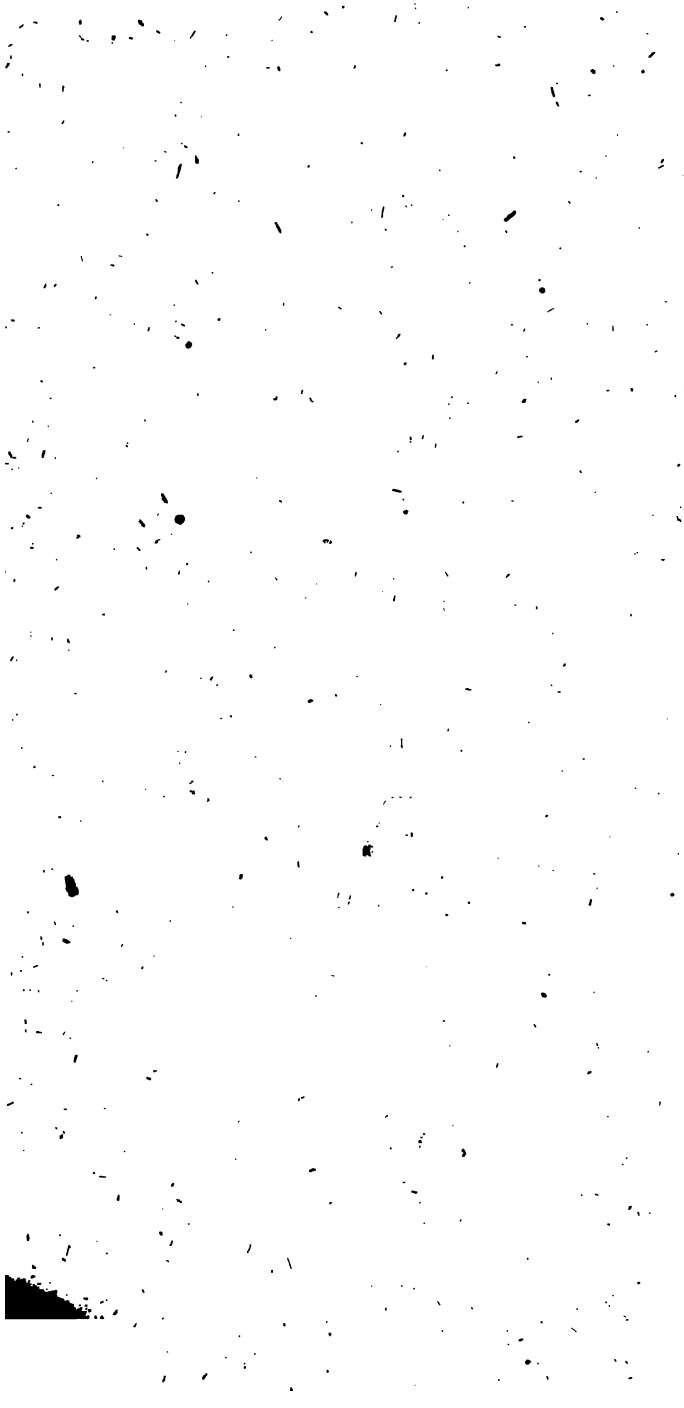
Ueber die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten.

Ferner

über ein merkwürdiges Gesetz, welches man bey der Verdichtung des Wassers bestätigt gefunden hat, wenn die Temperatur dem Gefrierpunkte beynahe gleich ist; — dann über die wunderbaren Erscheinungen welche durch dieses Gesetz in der Oekonomie der Natur bewirkt werden.

Verbunden

mit Muthmaßungen über die End-Ursache der Salzigkeit des Meers.



Ueber die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten.

I. Capitel.

Gefahr, gültige Meinungen bey philosophischen Untersuchungen ungeprüft anzunehmen. — Bisher zweifelte man noch nie an dem freyen Durchgang der Wärme durch alle Körper, nach allen Richtungen. — Allein die Wärme durchdringt nicht alle Körper ohne Ausnahme nach diesem Gesetz. — Luft, Wasser, und wahrscheinlich alle übrige Flüssigkeiten, sind in der That Nichtleiter der Wärme. — Zufällige Entdeckungen, welche auf eine durch Versuche bestätigte Untersuchung dieses bemerkungswerthen Gegenstandes führten. — Sichtbarmachung der innern Bewegung der flüssigen Körper. — Die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten wird durch alles das verhindert und zurückgehalten, was die innere Bewegung der Theile verhindert; — Schluß hieraus, daß sich die Wärme in ihnen nur nach Maaßgabe jener Bewegungen fortpflanzt; — daß diese Bewegungen die Wärme fortpflanzen — daher

Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts.

Nach der zweyten vermehrten Ausgabe aus dem Englischen übersetzt.

Zweyter Band.

Zweyte Abtheilung.

Mit Kupfern.

Weimar, 1800.

Im Verlage des Industrie-Comptoirs.

VII.

Ueber
die Fortpflanzung der Wärme
in Flüssigkeiten.

Ferner

über ein merkwürdiges Gesetz, welches man bey der Verdichtung des Wassers bestätigt gefunden hat, wenn die Temperatur dem Gefrierpunkte beynahe gleich ist; — dann über die wunderbaren Erscheinungen welche durch dieses Gesetz in der Oekonomie der Natur bewirkt werden.

Verbunden

mit Muthmaßungen über die End-Ursache der Salzigkeit des Meers.

Ueber die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten.

I. Capitel.

Gefahr, gültige Meinungen bey philosophischen Untersuchungen ungeprüft anzunehmen. — Bisher zweifelte man noch nie an dem freyen Durchgang der Wärme durch alle Körper, nach allen Richtungen. — Allein die Wärme durchdringt nicht alle Körper ohne Ausnahme nach diesem Gesetz. — Luft, Wasser, und wahrscheinlich alle übrige Flüssigkeiten, sind in der That Nichtleiter der Wärme. — Zufällige Entdeckungen, welche auf eine durch Versuche bestätigte Untersuchung dieses bemerkungswerthen Gegenstandes führten. — Sichtbarmachung der innern Bewegung der flüssigen Körper. — Die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten wird durch alles das verhindert und zurückgehalten, was die innere Bewegung der Theile verhindert; — Schluß hieraus, daß sich die Wärme in ihnen nur nach Maaßgabe jener Bewegungen fortpflanzt; — daß diese Bewegungen die Wärme fortpflanzen — daher

her bringt dieſe nicht ſelbſt durch die flüſſigen Körper. — Pelzwerk, Federn, und andere ähnliche Subſtanzen, die in der freien Luft dazu dienen, die Wärme zuſammen- und zurückzuhalten, bewirken nach Verſuchen das nemliche im Waſſer. — Wahrſcheinlich entſtehen dieſe Wirkungen in beiden Flüſſigkeiten auf eine und dieſelbe Art, nemlich, durch die gehemmte Bewegung der Theile der Flüſſigkeit beim Durchgang der Wärme. — Die wärmeleitende Kraft des Waſſers wird durch Miſchung mit Subſtanzen, die es zäh machen, und dazu ſeine Flüſſigkeit vermindern, auffallend geſchwächt. — Dieſe Entdeckungen über die Fortpflanzung der Wärme im Waſſer, klären mehrere der merkwürdigſten Operationen in der Haushaltungskunſt der Natur auf. — Hieraus können wir befriedigende Rechenſchaft über die Erhaltung der Bäume, Gewächſe und Früchte, während des Winters in kalten Himmelsſtrichen geben. —

Nichts iſt ohnſtreitig bey philoſophiſch-phyſikaliſchen Unterſuchungen gefährlicher als etwas eher für ausgemacht zu halten, ſo unbezweifelt es auch ſcheinen mag, — als bis es ſtrenge, entſcheidende Verſuche hinlänglich bewieſen haben. Schon oft bereuete ich, daß ich bey meinen phyſikaliſchen Unterſuchungen, dieſe höchſt nothwendige Vorſicht aus der Acht gelaſſen hatte.

Die

Die Fortpflanzung der Wärme gehört gewiß unter die Erscheinungen, die wir am häufigsten beobachten. Wir bemerken beständig die abwechselnde Temperatur der in die Sinne fallenden Körper, der festen, flüssigen und elastischen Stoffe; und keine Thatsache wird weniger bezweifelt, als der freye Durchgang der Wärme nach allen Richtungen durch alle Arten der Körper. — So wahr auch der Schluß, aus allem dem, was wir im gemeinen Leben erfahren und beobachten, zu seyn scheint, so ist er doch nichts destoweniger unrichtig; — und dieser irrigen allgemein angenommenen Meinung — von Gelehrten und Nicht-Gelehrten — mag es zuzuschreiben seyn, daß man bey den Untersuchungen der Lehre von der Wärme noch so wenig Fortschritte macht; — eine Lehre, die für die Menschheit von der größten Wichtigkeit ist.

Vor mehrern Jahren fieng ich, geleitet durch diese Meinung, meine Versuche über die Wärme an, und ich würde nie an den freyen Durchgang der Wärme durch die Luft gezweifelt haben, hätte nicht eine zufällige Entdeckung meine Aufmerksamkeit unwiderstehlich auf diesen Gegenstand geheftet; ja sogar nachdem die Resultate mehrerer Versuche, welche mir entscheidend zu seyn schienen, mich zu dem

Schlusse

Schlusse berechtigten, daß die Luft ein Nichtleiter der Wärme sey; oder daß die Wärme sie nicht passiren kann, ohne durch ihre Theilchen fortgeführt zu werden, wobey diese individuell und unabhängig von einander wirken; so war ich doch, weit entfernt diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, und durch mehrere Versuche die Art, wonach die Wärme sich andern Körpern mittheilt, zu ergründen, noch nicht hinlänglich berechtigt anzunehmen, daß diese Eigenschaft sich weiter, als auf elastische Flüssigkeiten erstrecke.

Was die flüssigen Körper betrift, so war ich so überzeugt, daß die Wärme ungehindert nach allen Richtungen durch sie durchgehen könne, daß mich dieses Vorurtheil ganz verblendete, ganz unfähig machte, die unläugbarsten und klärsten Beweise der Irrigkeit dieser Meinung wahrzunehmen.

In meiner vorigen VI. Abhandlung über Behandlung der Feuerhitze und über Holz-Sparung, gab ich schon an, wie ich auf die Entdeckung geführt wurde, daß Dampf und Flamme Nichtleiter der Wärme sind. — Nun will ich dem Publikum eine Menge von Versuchen mittheilen, die ich seit einiger Zeit anstellte, welche, wie ich glaube darthun werden, daß Wasser, und wahrscheinlich alle übrige flüssige

Kör-

Körper dieselbe Eigenschaft besitzen. Dies will nemlich so viel sagen, daß, obgleich die Theile jeder Flüssigkeit an sich betrachtet die Wärme von andern Körpern annehmen, oder sie ihnen mittheilen können; doch aller Wechsel und Mittheilung der Wärme unter diesen Theilen selbst absolut unmöglich sey.

Vielleicht ist es doch werth, die verschiedenen Wege kennen zu lernen, die mich auf eine durch Versuche begründete Erforschung dieses merkwürdigen Gegenstandes leiteten.

Beym Essen bemerkte ich nemlich oft, daß besonders einige Speisen ihre Hitze länger behielten, als andere; vorzüglich blieben Aepfel-Pasteten, und eine Mischung von Aepfeln und Mandeln, (ein beliebtes Gericht in England) erstaunlich lange heiß. Diese auffallende Eigenschaft der Aepfel, ihre Wärme so lange zu erhalten, setzte mich oft in Erstaunen; nie verbrannte ich mir den Mund daran, ohne (obgleich vergeblich) zu versuchen, diese merkwürdige Erscheinung auf eine befriedigende Art zu erklären.

Vor vier Jahren, erregte ein ähnlicher Zufall meine ganze Aufmerksamkeit, und spannte meine Wißbegierde noch mehr. Ich war in einem Zimmer,

das durch einen eiſernen Ofen geheitzt wurde, eben mit einem Verſuche beſchäftigt, den ich nicht gut unterbrechen konnte, als man mir mein Mittagseſſen, welches in einer Schale voll dicker Reisſuppe beſtand, brachte; da ich aber gerade noch zu ſehr beſchäftigt war, um ſie gleich zu eſſen, ſo ſagte ich, man möchte ſie einſtweilen nur auf den Ofen ſetzen, damit ſie nicht kalt würde. Ohngefähr nach einer Stunde, ſo viel ich mich erinnern kann, wurde ich hungrig, und da mein Eſſen auf dem Ofen ſtand, ſo nahm ich einen Löffel voll von der Suppe, die beynahe ganz kalt und dick war. Da ich zufällig mit dem Löffel zum zweytenmal tiefer tauchte, ſo verbrannte ich mir damit den Mund *). Dieſer Umſtand erinnerte mich von neuen an die heißen Aepfel und Mandeln, womit ich mir vor vielen Jahren in England den Mund ſo oft verbrannt hatte; allein auch dieſer Zufall, ob er mich gleich ſehr überraſchte, war doch noch nicht hinreichend mir die Augen zu öffnen, und meine Vorurtheile über die wärmeleitende Kraft des Waſſers zu zernichten.

Als

*) Wahrſcheinlich war der Ofen beynahe ganz kalt, als die Schale darauf geſetzt wurde, und die Suppe erkaltete folglich beynahe ganz. Als nachher wieder friſch eingeheizt wurde, ſo wuchs die Hitze ſehr ſchnell.

Als ich im Anfange des Jahres 1794 in Neapel war, ſo überraſchten mich neben den andern mannichfaltigen Naturmerkwürdigkeiten, vorzüglich mehrere intereſſante Erſcheinungen, welche die heißen Bäder zu Bajä meiner Beobachtung darboten, darunter war vorzüglich eine Erſcheinung, welche mich ganz in Erſtaunen ſetzte. Als ich nemlich ſo am Meeres Ufer ſtand, nahe bey den Bädern, wo der heiße Dampf aus allen Spalten der Felſen, ja ſogar aus dem Boden drang, ſo ſteckte ich meine Hand aus Neugierde in das Waſſer. Da die Wellen, die von dem Meere landeinwärts kamen, ununterbrochen auf einander folgten, und ſich am Rande brachen, ſo überraſchte es mich nicht, daß das Waſſer kalt war; — aber da ich die Fingerſpitzen durch das kalte Waſſer hindurch in den Sand ſteckte, ſo war ich ganz erſtaunt, die Hitze im Sande ſo unerträglich zu finden, daß ich gleich meine Hand wieder herausziehen mußte. Der Sand war ganz naß, und doch war die Temperatur bey der geringen Entfernung von 2 oder 3 Zoll ſo verſchieden! Durchaus konnte ich dieſes nicht mit der angenommenen großen wärmeleitenden Kraft des Waſſers zuſammenreimen. Ich fand die Oberfläche des Sandes eben ſo kalt, als das darüber hinrauſchende Waſſer; und dieſes vermehrte mein Staunen noch um vieles. Jetzt

zwei-

zweifelte ich zum erstenmal an der wärmeleitenden Kraft des Wassers, und beschloß sogleich, Versuche zur Bestätigung dieses Irrthums anzustellen. Doch erst vor einem Monat führte ich diesen Entschluß aus, und vielleicht hätte ich ihn auch da nicht unternommen, wäre mir nicht eine andere unerwartete Erscheinung aufgestoßen, die meine Aufmerksamkeit und Neugierde von neuem auf diesen Punkt geleitet hätte.

Bey einer Reihe von Versuchen, die ich über Mittheilung der Wärme anstellte, gebrauchte ich Thermometer mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt, von ungewöhnlicher Größe — (die Kugeln hatten über einen Zoll im Durchmesser). Eins davon mit Weingeist gefüllt, hatte ich der stärksten Hitze, die es nur ertragen konnte, ausgesetzt. Um es abzukühlen stellte ich es in ein Fenster, worauf gerade die Sonne schien. Wie ich so die Röhre scharf betrachtete, die von allen Seiten frey war (die Grade der Scale waren mit einem Diamant in das Glas selbst eingeschnitten) — so bemerkte ich auf einmal eine Erscheinung, die mich ganz überraschte, und zugleich äusserst interessirte. Ich bemerkte nemlich, daß die ganze Flüssigkeit in der Röhre in der heftigsten Bewegung war, und zu gleicher Zeit schnell nach zwey

ent-

entgegengesetzten Richtungen auf und nieder stieg. Die Kugel des Thermometers, von Kupfer, war zwey Jahre früher gemacht worden, ehe ich Muße bekam, diese Versuche anzustellen; da ich sie ungefüllt und unverstopft hatte stehen lassen, so hatten sich inwendig einige feine Staubtheilchen angesetzt. Diese Theilchen, die sich ganz mit dem hineingeschütteten Weingeist vermischt hatten, wurden, da die Sonne auf die Röhre schien, vollkommen sichtbar (eben so wie die feinen Stäubchen in einem verfinsterten Zimmer durch einen hineinfallenden Lichtstrahl sichtbar werden), — und durch die Bewegung dieser Stäubchen bemerkte ich eben die heftigen Bewegungen, womit der Weingeist in der Thermometerröhre herumgetrieben wurde. — Das Glas dieser Röhre, deren innerer Durchmesser $\frac{3}{100}$ Zoll beträgt, und das sehr dünn ist, war durchaus farbenlos, und sehr durchsichtig, so daß ich also die Erscheinung deutlich, bestimmt und schön sehen konnte.

Als ich die Bewegung des Weingeistes mit einer Loupe genauer betrachtete, so bemerkte ich, daß der aufsteigende Strom die Achse der Röhre einnahm, und an den Seitenwänden der Röhre strömte er wieder herunter. Neigte ich die Röhre ein wenig, so trat der aufsteigende Strom aus

der

nen Verſuchs zu ſchnell geſchloſſen hatte, daß es ſich in Anſehung des Waſſers nicht ſo verhielte; ſo zeigten ſich jetzt triftige Gründe, das Reſultat jener Verſuche zu bezweifeln, und den Gegenſtand von neuem einer ſorgfältigen und entſcheidenden Unterſuchung zu unterwerfen.

Da ich die Verfahrungsart bey meinen Verſuchen über die leitende Kraft der Luft auch hier für die paßendſte hielt, ſo richtete ich mir einen ſchicklichen Apparat zu dieſer Abſicht ein. Der erſte Gegenſtand meiner Unterſuchung gieng darauf, zu entdecken, ob die Fortpflanzung der Wärme durch das Waſſer dadurch gehindert würde oder nicht, daß man die innere Bewegung der Theilchen des Waſſers, die durch die Veränderung der Temperatur verurſacht wird, ſtörte und ſchwieriger machte. Ich ließ daher eine gewiſſe Quantität Wärme durch eine beſtimmte Quantität Waſſer — in einem gemeſſenen Raum geſchloſſen — gehen, und merkte die bey der Operation verfloßene Zeit an. Ich wiederholte dann mit demſelben Apparate das Experiment wieder, nur mit dem Unterſchiede, daß bey dieſem zweyten Verſuche das Waſſer, wodurch die Wärme gehen ſollte, nicht ganz rein war, ſondern mit einer geringen Menge irgend einer feinen Subſtanz (z. E. Eider-

Eiderdunen) gemiſcht war — die, ohne chemiſch auf die Beſtandtheile des Waſſers zu wirken und ohne ſeine Flüſſigkeit zu vermindern, nur dazu dienten die Bewegung der Waſſertheilchen bey Fortpflanzung der Wärme zu hemmen und zu ſtören; vorausgeſetzt, daß die Wärme wirklich auf dieſe Art weiter geführt oder getragen würde, und nicht frey durch die Flüſſigkeiten gehen könnte.

Das Inſtrument, welches die Wärme aufnahm, und zu gleicher Zeit dazu diente, die Quantität der mitgetheilten Wärme zu meſſen, beſtand in einem groſſen cylindriſchen Thermometer (Taf. 1.) der untere Behälter oder Flaſche dieſes Thermometers von dünnem Kupferblech iſt cylinderförmig, ſeine beyden Enden aber ſind ſphäriſch.

Verhältniſſe deſſelben.

Diameter	1,84 Zoll
Länge	4,99 —
Inhalt od. Capacität,	13,2099 Cub. Zoll
Aeußere Oberfläche .	28,834 Quad. Z.

Die Stärke des Kupferbleches, woraus er verfertigt iſt, beträgt 0,03 Zoll. Leer wiegt er 1846 Gran; — und hält bey der Temperatur von 55 Grad 3344 Gran Waſſer. In dieſer kupfernen Flaſche iſt eine Glasröhre befeſtigt, 24 Zoll lang,

und $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer; dieſe Röhre iſt durch einen Kork in eine andere cylindriſche Röhre von Kupfer gepaßt, die 1 Zoll lang, und $\frac{15}{100}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und noch zu dem kupfernen Behälter gehört.

Dieſes Thermometer wurde mit Leinöl gefüllt, ſeine Scale graduirt, und dann in der Mitte oder in die Achſe einer hohlen cylindriſchen Röhre befeſtigt, die aus dünnem Meſſingblech verfertigt $11\frac{1}{2}$ Zoll lang war und inwendig 2,3435 Zoll im Durchmeſſer hatte. Dieſe cylindriſche Röhre iſt an dem einen Ende offen, hat aber am andern einen ſphäriſchen Boden, deſſen convexe Fläche nach auſſen ſteht. Der Cylinder wiegt 2261 Gr. die Dicke des Meſſingbleches beträgt 0,0128 Zoll.

Die Flaſche des Thermometers kam in den untern Theil des meſſingenen Cylinders, und wurde durch 3 hölzerne Stiftchen — $\frac{1}{10}$ Zoll im Diameter, und $\frac{1}{4}$ Zoll lang — die in Futtern von dünnem Kupferblech ($\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, und $\frac{3}{10}$ Zoll lang) ſaſſen, in der Mitte des Cylinders erhalten. Das obere Ende der Thermometer-Flaſche coincidirt mit der Achſe des meſſingenen Cylinders dadurch, daß die Glasröhre des Thermometers mitten durch

einen

einen Kork geht, der das Ende des kupfern Cylinders verſchließt. Der Boden der Thermometer-Flaſche ſteht nicht auf dem hemiſphäriſchen Boden des meſſingenen Cylinders, ſondern ruht ¼ Zoll davon ab auf einem hölzernen Stifte (eben ſo, wie die drey oben beſchriebenen). Dieſer Stift ſteht perpendicular mitten auf dem Boden der cylindriſchen Röhre in einem Futter. Die Enden aller dieſer hölzernen Stifte ſind abgerundet, um zwiſchen ihren Spitzen und der Flaſche des Thermometers ſo wenig Berührungs-Punkte als möglich zu machen.

Iſt das Thermometer nun aufgeſtellt, ſo bleibt zwiſchen der Thermometer-Flaſche und der innern Seite des meſſingenen Cylinders in welchem es ſteht, auf allen Seiten noch Raum übrig. Der Abſtand der Oberfläche der Flaſche von der innern Seite des ſie umgebenden Cylinders beträgt 0,25175 Zoll. Dieſer Zwiſchenraum dient dazu, um das Waſſer oder andere Subſtanzen aufzunehmen, durch welche die Wärme in die Thermometer-Flaſche aus und eingeht; und die Quantität der hineingedrungenen Wärme zeigt ſich durch die Höhe des Standes der Flüſſigkeit in der Thermometer-Röhre. Die Waſſer-Menge, um dieſen leeren Raum auszufüllen, und das obere Ende der Thermometer-Flaſche noch

½ Zoll hoch zu bedecken, wog 2458 Gr. Wenn das Thermometer in das Waſſer getaucht wurde, ſo berührte dieſes natürlich ſeine ganze Oberfläche, welche, wie oben angeführt wurde, 28,834 Quadrat-Zoll betrug.

Wenn die Thermometer-Flaſche mit Waſſer oder mit einer andern Flüſſigkeit oder Miſchung umgeben war, deſſen wärmeleitende Kraft beſtimmt werden ſollte, ſo wurde ein runder Kork, der den meſſingenen Cylinder nicht ganz ausfüllte, und ½ Zoll dick war, mit einem Loche in der Mitte, wodurch die Thermometer-Röhre geſteckt wurde, in den meſſingenen Cylinder geſchoben, aber nicht ſo tief, daß er das Waſſer, oder die andern Subſtanzen, die darinne ſind, berühret. Dieſe Korkſcheibe wird da, wo ſie ſitzen ſoll, durch drey hervorragende meſſingene Stifte fixirt, die von auſſen an den metallenen Hals der Thermometer-Flaſche gelöthet ſind.

Sobald die Kork-Scheibe an ihren Platz geſchoben iſt, ſo wird der obere Theil des hohlen meſſingenen Cylinders mit Eiderdunen gefüllt und wieder mit einem Kork verſchloſſen, der auch in der Mitte ein Loch hat, wodurch die Thermometer-Röhre geht, und oben hervorragt. Da die ganze Thermometer-

nur-Scale vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt über den oberſten Korkſtöpſel hervorragt, ſo kann man jede Abwechſelung der Wärme, der das Inſtrument ausgeſetzt iſt, beſtändig beobachten, ohne auch nur den Apparat im geringſten zu verrücken.

Das Thermometer iſt nach Fahrenheit graduirt, und die Grade ſind mit einem äuſſerſt richtigen Troughtonſchen Queckſilber-Thermometer correſpondirend.

Die Verſuche mit dieſem Inſtrumente, das ich des Unterſchiedes halber ein cylindriſches Paſſage-Thermometer nennen will, wurden nun auf folgende Art angeſtellt. Das Thermometer wurde auf die oben beſchriebene Art in dem meſſingenen Cylinder befeſtigt, und mit der Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft man unterſuchen wollte, umgeben. Dann wurde das ganze Inſtrument in ſchmelzendes Eis ſo lange geſtellt, bis das Thermometer auf 32° fiel. Jetzt nahm ich es aus dem geſchmolzenen Eiſe heraus, und tauchte es unmittelbar darauf in ein groſſes Gefäß mit ſiedenden Waſſer. Nun ſchätzte ich die wärmeleitende Kraft der Subſtanz (die der Gegenſtand des Verſuchs war) nach der Zeit, welche die Hitze brauchte, um durch die

Sub-

Subſtanz hindurch in das Thermometer zu bringen. Die Zeit wurde genau angemerkt, da die Flüſſigkeit im Thermometer auf den 40° der Scale kam, und eben ſo wie ſie von 20 zu 20 Grad darüber ſtieg.

Je langſamer ſich die Wärme in einem medio bewegt oder hindurch bringt, deſto längere Zeit braucht eine beſtimmte Quantität Wärme, um hindurch zu gehen; und da das Thermometer die Veränderungen der Temperatur des Körpers, der erwärmt oder abgekühlt wird, durch die Flüſſigkeit, womit daſſelbe gefüllt iſt zeigt, ſo muß ſich zufolge des Durchgangs der Wärme durch das medium, womit das Thermometer umgeben iſt, — die wärmeleitende Kraft dieſes Medium's, durch die Geſchwindigkeit des Steigens und Fallens des Thermometers ergeben, wenn man das Inſtrument, das ſich in einer beſtimmten Temperatur befand, plötzlich in ein anderes medium, von einer andern beſtimmt bleibenden Temperatur bringt.

Da ich nun das Inſtrument fertig hatte, und mich des Verbrennens beym Eſſen heiſſer Aepfelſteten wieder erinnerte, ſo war ich begierig zu ſehen, ob Aepfel, die wie ich wußte, beynahe ganz aus Waſſer beſtehen, wirklich eine gröſſere Kraft die

Wärme

Wärme an ſich zu halten beſitzen, als das Waſſer, wenn es rein, und nicht mit andern Körpern verbunden iſt. Aber ehe ich den Verſuch ſelbſt unternahm, ſuchte ich um das Reſultat deſto befriedigender darzuſtellen — auf folgende Art die Waſſermenge, welche die Aepfel wirklich enthalten, und das Verhältniß ihrer fibröſen Theile zu dem ganzen Volumen, auszumitteln: nemlich 960 Gran gedämpfte Aepfel, die vorher ſauber geſchält, ausgekernt und von den Stielen gereinigt waren, wurden in kaltem Brunnenwaſſer gewaſchen. Nachdem ſich der fibröſe Theil der Aepfel auf dem Boden des Gefäßes abgeſetzt hatte, ſo wurde die klare Flüſſigkeit abgegoſſen, und der fibröſe Bodenſatz getrocknet. Jetzt wog er gerade 25 Gr. dieſer fibröſe Reſt von 960 Gr. gedämpfte Aepfel wurde von neuem in kaltem Brunnenwaſſer gewaſchen, dann durchaus getrocknet, indem man ihn in einer porzellan Schaale auf einem teutſchen Ofen ſetzte, der beſtändig heiß erhalten wurde. Da ich ihn jetzt wieder wog, ſo betrug ſein Gewicht nicht mehr als $18\frac{4}{10}$ Gran.

Aus dieſem Verſuch erhellt nun, daß der fibröſe Theil der gedämpften Aepfel nicht ganz $\frac{1}{50}$ der Maſſe beträgt, woraus ich mit hinlänglichen Grund ſchließe,

ſchließe, daß die übrigen $\frac{1}{8}$ der ganzen Summe, und noch etwas darüber, bloß aus Waſſer beſtehen.

Jetzt umgab ich die Flaſche meines cylindriſchen Paſſage-Thermometers mit einer Quantität jenes Aepfel-Breyes, der ſo dick war, daß er keine Flüſſigkeit mehr zeigte, ſteckte das Inſtrument in geſtoßenes Eis, das zu ſchmelzen anfieng, und da das Thermometer anzeigte, daß das Ganze ſich bis auf die Temperatur von 32 Grad abgekühlt hatte, ſo nahm ich das Inſtrument aus dem ſchmelzenden Eiſe heraus, und tauchte es ſchnell in ein Gefäß mit ſiedendem Waſſer. Das Waſſer wurde während des ganzen Verſuchs im ſtärkſten Kochen erhalten. Die verſchiedenen Zeiten, um das Thermometer von 0° zu 20 Grad zu erhitzen, beobachtete ich genau, und trug ſie in eine Tabelle ein, die dazu im voraus ſchon bereit lag.

Dieſer Verſuch wurde zweymal wiederholt, und eben ſo oft verändert indem ich das Inſtrument bis zum Siedepunkte erhitzte, dann in das ſchmelzende Eis tauchte, und die Zeit, binnen welcher die Hitze aus dem Thermometer heraustrat, bemerkte. Nun that ich den Aepfelbrey, den die Thermometer-Flaſche umgab, heraus, füllte den Zwiſchenraum, den der Brey eingenommen hatte, mit reinem

Waſ-

Wasser an, und wiederhohlte die Versuche von neuen mit dieser Flüssigkeit. Die folgenden Tabellen zeigen die Resultate dieser Versuche.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer hineindrang.			
	Durch gedämpfte Aepfel.		Durch Wasser.	
	Versuch No. 1.	Versuch No. 3.	Versuch No. 5.	Versuch No 7.
	Se= cunden.	Se= cunden.	Se= cunden.	Se= cunden.
Bey der Erhitzung des Thermometers von 32° bis auf 40°	95	89	45	45
von 40° bis auf 60°	75	67	36	35
von 60 . . 80°	61	56	34	31
100°	65	60	30	30
120°	73	66	37	36
140°	90	82	44	44
160°	121	113	63	60
180°	188	170	93	90
200°	360	364	226	215
Total=Summe bey Erhitzung des Thermometers von 32° bis auf 200°	1128	1057	608	886
Zeiten, um das Instrument 80° zu erhitzen, z. E. von 80° bis auf 160°	349″	321″	174″	170″
Mittlere Zeit bey der Erhitzung von 80° bis auf 160°	Bey gedämpften Aepfeln 335″		Bey Wasser 172″	

Die

ſchließe, daß die übrigen $\frac{2}{3}$ der ganzen Summe, und noch etwas darüber, bloß aus Waſſer beſtehen.

Jetzt umgab ich die Flaſche meines cylindriſchen Paſſage-Thermometers mit einer Quantität jenes Aepfel-Breyes, der ſo dick war, daß er keine Flüſſigkeit mehr zeigte, ſteckte das Inſtrument in geſtoßenes Eis, das zu ſchmelzen anfieng, und da das Thermometer anzeigte, daß das Ganze ſich bis auf die Temperatur von 32 Grad abgekühlt hatte, ſo nahm ich das Inſtrument aus dem ſchmelzenden Eiſe heraus, und tauchte es ſchnell in ein Gefäß mit ſiedendem Waſſer. Das Waſſer wurde während des ganzen Verſuchs im ſtärkſten Kochen erhalten. In verſchiedenen Zeiten, um das Thermometer zu 20 Grad zu erhitzen, beobachtete ich, und trug ſie in eine Tabelle ein, die ſchon bereit lag.

Dieſer Verſuch wurde eben ſo oft verändert. Zum Siedepunkt erhitzt, in Eis tauchte, wieder aus dem Eiſe Nun that ich die Flaſche umgab den der Bre

Waſſer an, und wiederholte die Verſuche von neuen mit dieſer Flüſſigkeit. Die folgenden Tabellen zeigen die Reſultate dieſer Verſuche.

Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer hineindrang.

Durch gedämpfte Aepfel.		Durch Waſſer.	
Verſuch No. 1.	Verſuch No. 3.	Verſuch No. 5.	Verſuch No 7.
Se-cunden.	Se-cunden.	Se-cunden.	Se-cunden.
[illegible]	[illegible]	45	45
[illegible]	[illegible]	36	35
[illegible]	[illegible]	54	31
[illegible]	[illegible]	50	30
[illegible]	[illegible]	37	56
[illegible]	[illegible]	44	44
[illegible]	[illegible]	63	60
[illegible]	[illegible]	93	90
[illegible]	[illegible]	226	215
[illegible]	[illegible]	608	586
[illegible]	[illegible]	274″	270″

Bey Waſſer 272″

Die Resultate dieser Versuche beweisen, daß die Wärme langsamer, oder mit grösserer Schwierigkeit durch gedämpfte Aepfel, als durch reines Wasser geht, und da die gedämpften Aepfel beynahe ganz aus Wasser mit einem kleinen Zusatze fibröser und schleimigter Substanzen bestehen, so wird dadurch klar, daß die leitende Kraft des Wassers in Hinsicht auf die Wärme geschwächt werden könne.

Die Resultate folgender Versuche werden diesen Schluß ausser Zweifel setzen.

	Zeit in welcher die Wärme aus dem Thermometer hinaustrat.			
	Durch gedämpfte Aepfel.		Durch Wasser.	
	Versuch No. 2.	Versuch No. 4.	Versuch No. 6.	Versuch No. 8.
	Se= cunden.	Se= cunden.	Se= cunden.	Se= cunden.
Beym Erkalten des Thermomet. von der Temperatur v. 200° zurück auf die von 180°	80	74	46	57
von 180° bis 160°	75	72	42	37
160 . 140°	84	85	43	45
120°	107	101	54	51
100°	141	136	73	73
80°	198	190	112	105
60°	321	307	200	204
40°	775	733	483	461
Total=Zeit beym Erkalten von 200° zurück bis auf 40°	1781	1696	1053	1011
Zeiten, um das Instrument um 80° abzukühlen z. E. von 160° zurück bis 80°	530″	510″	282″	272″
Mittlere Zeit beym Abkühlen von 160° zu 80°	In gedämpften Aepfeln 520″		Im Wasser 277″	

Da das Erhitzen und Erkalten des Instruments langsam fortgeht, wenn es sich der Temperatur des Medium's, worin man es gestellt hat, nähert, so geht auf der andern Seite dieser Proceß sehr geschwind vor sich, wenn die Temperatur des Instruments

Bey den Versuchen No. 1. und 2. welche ich beide an Einem Tage anstellte, wurde die Wärme bey ihrem Durchgange durch die gedämpften Aepfel, die das Thermometer umgaben, weit mehr gehemmt, als bey den Versuchen No. 3. und 4., die den folgenden Tag angestellt wurden. Wahrscheinlich bewirkte die veränderte Konsistenz der weichen Aepfel-Masse, (weil das Instrument in der Zeit zwischen beyden Versuchen damit angefüllt stehen blieb) diesen Unterschied, aber anstatt mich dabey aufzuhalten, zu erforschen, wie es zuginge, so führe ich einige Versuche an, deren Resultate befriedigender, als alle Speculationen, die ich hierüber anführen könnte, thun werden.

Vorausgesetzt, daß die Wärme sich im Wasser eben so fortpflanzt, wie in der Luft, oder durch die andern tropfbaren Flüssigkeiten, das heißt, daß sie durch ihre Theilchen fortgetragen würde, daß diese Theilchen durch die Veränderung ihres specifischen Gewichts bey Veränderung der Temperatur in Bewegung gesetzt würden, und daß überhaupt keine Mittheilung oder Wechsel der Wärme unter den Theilen derselben Flüssigkeit statt findet, so ist es in diesem Falle klar, daß die Fortpflanzung der Wärme durch eine Flüssigkeit auf zweyerley Art gehemmt werden kann, nemlich:

1)

1) Dadurch daß man seine Flüssigkeit verringert, indem man irgend eine klebrige Substanz darin auflöst; oder

2) Auf eine einfachere Art dadurch, daß die Bewegung der Theilchen bey Fortpflanzung der Wärme bloß gestört und gehemmt wird, indem man die Flüssigkeit mit soliden Substanzen von geringem Volumen, oder solche, die im Verhältniß zu ihrer Dichtigkeit eine große Oberfläche haben, vermischt. Doch müssen diese Substanzen Nichtleiter der Wärme seyn.

Bey den eben angeführten Versuchen mit gedämpften Aepfeln, wurde der Durchgang der Wärme durch Wasser (da dieses den größten Theil der Aepfel-Masse ausmachte), ohne Zweifel auf beyde Arten gehemmt. Der schleimige Theil der Aepfel verminderte die Flüssigkeit des Wassers beträchtlich, indeß die fibrösen Theile zur Erschwerung der innern Bewegung dienten.

Um nun die comparativen Wirkungen dieser beyden Ursachen zu erfahren, so war es nöthig, beyde zu trennen, oder Versuche anzustellen, wo jede nur einzeln wirken konnte. — Dies suchte

ich

und $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer; dieſe Röhre iſt durch einen Kork in eine andere cylindriſche Röhre von Kupfer gepaßt, die 1 Zoll lang, und $\frac{15}{100}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und noch zu dem kupfernen Behälter gehört.

Dieſes Thermometer wurde mit Leinöl gefüllt, ſeine Scale graduirt, und dann in der Mitte oder in die Achſe einer hohlen cylindriſchen Röhre befeſtigt, die aus dünnem Meſſingblech verfertigt $11\frac{1}{2}$ Zoll lang war und inwendig 2,3435 Zoll im Durchmeſſer hatte. Dieſe cylindriſche Röhre iſt an dem einen Ende offen, hat aber am andern einen ſphäriſchen Boden, deſſen convexe Fläche nach auſſen ſteht. Der Cylinder wiegt 2261 Gr. die Dicke des Meſſingbleches beträgt 0,0128 Zoll.

Die Flaſche des Thermometers kam in den untern Theil des meſſingenen Cylinders, und wurde durch 3 hölzerne Stiftchen — $\frac{1}{10}$ Zoll im Diameter, und $\frac{1}{4}$ Zoll lang — die in Futtern von dünnem Kupferblech ($\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, und $\frac{3}{10}$ Zoll lang) ſaßen, in der Mitte des Cylinders erhalten. Das obere Ende der Thermometer-Flaſche coincidirt mit der Achſe des meſſingenen Cylinders dadurch, daß die Glasröhre des Thermometers mitten durch

einen

einen Kork geht, der das Ende des äussern Cylinders verschließt. Der Boden der Thermometer-Flasche steht nicht auf dem hemisphärischen Boden des messingenen Cylinders, sondern ruht $\frac{1}{4}$ Zoll davon ab auf einem hölzernen Stifte (eben so, wie die drey oben beschriebenen). Dieser Stift steht perpendicular mitten auf dem Boden der cylindrischen Röhre in einem Futter. Die Enden aller dieser hölzernen Stifte sind abgerundet, um zwischen ihren Spitzen und der Flasche des Thermometers so wenig Berührungs-Punkte als möglich zu machen.

Ist das Thermometer nun aufgestellt, so bleibt zwischen der Thermometer-Flasche und der innern Seite des messingenen Cylinders in welchem es steht, auf allen Seiten noch Raum übrig. Der Abstand der Oberfläche der Flasche von der innern Seite des sie umgebenden Cylinders beträgt 0,25175 Zoll. Dieser Zwischenraum dient dazu, um das Wasser oder andere Substanzen aufzunehmen, durch welche die Wärme in die Thermometer-Flasche aus und eingeht; und die Quantität der hineingedrungenen Wärme zeigt sich durch die Höhe des Standes der Flüssigkeit in der Thermometer-Röhre. Die Wasser-Menge, um diesen leeren Raum auszufüllen, und das obere Ende der Thermometer-Flasche noch

½ Zoll hoch zu bedecken, wog 2458 Gr. Wenn das Thermometer in das Waſſer getaucht wurde, ſo berührte dieſes natürlich ſeine ganze Oberfläche, welche, wie oben angeführt wurde, 28,834 Quadrat-Zoll betrug.

Wenn die Thermometer-Flaſche mit Waſſer oder mit einer andern Flüſſigkeit oder Miſchung umgeben war, deſſen wärmeleitende Kraft beſtimmt werden ſollte, ſo wurde ein runder Kork, der den meſſingenen Cylinder nicht ganz ausfüllte, und ½ Zoll dick war, mit einem Loche in der Mitte, wodurch die Thermometer-Röhre geſteckt wurde, in den meſſingenen Cylinder geſchoben, aber nicht ſo tief, daß er das Waſſer, oder die andern Subſtanzen, die darinne ſind, berühret. Dieſe Korkſcheibe wird da, wo ſie ſitzen ſoll, durch drey hervorragende meſſingene Stifte fixirt, die von auſſen an den metallenen Hals der Thermometer-Flaſche gelöthet ſind.

Sobald die Kork-Scheibe an ihren Platz geſchoben iſt, ſo wird der obere Theil des hohlen meſſingenen Cylinders mit Eiderdunen gefüllt und wieder mit einem Kork verſchloſſen, der auch in der Mitte ein Loch hat, wodurch die Thermometer-Röhre geht, und oben hervorragt. Da die ganze Thermometer-

meter-Scale vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt über den oberſten Korkſtöpſel hervorragt, ſo kann man jede Abwechſelung der Wärme, der das Inſtrument ausgeſetzt iſt, beſtändig beobachten, ohne auch nur den Apparat im geringſten zu verrücken.

Das Thermometer iſt nach Fahrenheit graduirt, und die Grade ſind mit einem äuſſerſt richtigen Troughtonſchen Queckſilber-Thermometer correſpondirend.

Die Verſuche mit dieſem Inſtrumente, das ich des Unterſchiedes halber ein cylindriſches Paſſage-Thermometer nennen will, wurden nun auf folgende Art angeſtellt. Das Thermometer wurde auf die oben beſchriebene Art in dem meſſingenen Cylinder befeſtigt, und mit der Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft man unterſuchen wollte, umgeben. Dann wurde das ganze Inſtrument in ſchmelzendes Eis ſo lange geſtellt, bis das Thermometer auf 32° fiel. Jetzt nahm ich es aus dem geſchmolzenen Eiſe heraus, und tauchte es unmittelbar darauf in ein groſſes Gefäß mit ſiedenden Waſſer. Nun ſchätzte ich die wärmeleitende Kraft der Subſtanz (die der Gegenſtand des Verſuchs war) nach der Zeit, welche die Hitze brauchte, um durch die

Sub-

olte ich die Versuche mit Eiderdunen, ver-
erte aber die Quantität, die ich mit dem Wasser
ischte, auf 48 Gr. od. auf $\frac{1}{4}$ der Quantität, die
ey den Versuchen No. 11. und 12 anwendete.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer eindrang.		
	Durch Wasser mit 48 Gran (oder $\frac{1}{5}$ der Wasser-Masse) Eider-dunen.	Durch Wasser mit 192 Gran (oder $\frac{4}{5}$ der Wasser-Masse) Eider-dunen.	Durch reines Wasser.
	Versuch No. 13.	Versuch No. 11.	Mittel von zwey Versuchen No. 5. u. No. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
rhitzen des meters von auf 40°	51	83	45
bis auf 60°	47	55	35½
— 80°	39	49	32½
— 100°	40	52	30
—	45	57	36½
—	56	67	44
—	74	93	61½
—	118	133	91½
—	293	360	220½
	765	949	597
	215″	269″	172″

Zeit

Eiderdunen, die die specifischen Eigenschaften von Wasser und Luft nicht ändern, und die, wenn sie mit ihnen vermischt sind, bloß die innere Bewegungen hemmen und erschweren, verzögern, wie ich fand, die Fortpflanzung der Wärme in beyden Flüssigkeiten. Vergleicht man diese Versuche nun mit denen, die ich ehedem über die wärmeleitende Kraft der Luft anstellte, so wird man finden, daß die wärmeleitende Kraft des Wassers beynahe (wenn auch nicht ganz) eben so sehr durch eine Mischung von Eiderdunen geschwächt wird, als die wärmeleitende Kraft der Luft.

Im Verfolg meiner Versuche über die verschiedenen Substanzen, die man als warme Hüllen oder künstliche Kleidung, um die Wärme zurückzuhalten, braucht, fand ich, daß wenn die Dicke einer Luftschicht, die wie ein Damm für den Durchgang der Wärme anzusehen war, dieselbe blieb, so wird der Durchgang der Wärme bisweilen dadurch erschwert, daß man die leichten Substanzen vermehrte, welche man mit der Luft mischte, um ihre innern Bewegungen zu hemmen.

Nun wollte ich sehen, ob ähnliche Wirkungen durch dieselben Mittel beym Durchgang der Wärme durch Wasser hervorgebracht wurden. Daher wie-

der-

derholte ich die Versuche mit Eiderdunen, verminderte aber die Quantität, die ich mit dem Wasser vermischte, auf 48 Gr. od. auf $\frac{1}{4}$ der Quantität, die ich bey den Versuchen No. 11. und 12 anwendete.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer eindrang.		
	Durch Wasser mit 48 Gran (oder $\frac{1}{15}$ der Wasser-Masse) Eider-dunen.	Durch Wasser mit 192 Gran (oder $\frac{4}{15}$ der Wasser-Masse) Eider-dunen.	Durch reines Wasser.
	Versuch No. 13.	Versuch No. 11.	Mittel von zwey Versuchen No. 5. u. No. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Beym Erhitzen des Thermometers von 32° bis auf 40°	51	83	45
von 40° bis auf 60°	47	55	35½
60° — 80°	39	49	32½
80° — 100°	40	52	30
100° — 120°	45	57	36½
120° — 140°	56	67	44
140° — 160°	74	93	61½
160° — 180°	118	133	91½
180° — 200°	293	360	220½
Total-Zeiten bey Erhitzung von 32° bis 200°	763	949	597
Zeiten, um das Instrument um 80° zu erhitzen, od. v. 80° bis 160°	215″	269″	172″

Zeit

	Zeit in welcher die Wärme das Thermometer wieder verließ.		
	Durch Wasser mit 48 Gran (oder $\frac{1}{10}$ der Wasser-Masse) Eiderdunen.	Durch Wasser mit 48 Gran (oder $\frac{1}{10}$ der Wasser-Masse) Eiderdunen.	Durch reines Wasser.
	Versuch No. 14.	Versuch No. 12.	Mittel von zwey Versuchen No. 6. No. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Beym Erkalten des Thermometers von 200° bis 180°	49	68	$11\frac{1}{2}$
von 180° bis 160°	50	61	$39\frac{1}{2}$
160° — 140°	56	72	43
140° — 120°	70	91	$52\frac{1}{2}$
120° — 100°	96	120	73
100° — 80°	151	177	$108\frac{1}{2}$
80° — 60°	262	279	202
60° — 40°	661	673	472
Total-Zeiten beym Erkalten von 200° bis 40°	1395	1541	1032
Zeit, um das Instrument um 80° abzukühlen z. E. von 160° bis 80°	373″	400″	277″

Die Resultate dieser Versuche sind äußerst merkwürdig. Sie machen uns nicht allein mit einem neuen und seltsamen Factum bekannt — nemlich

daß

daß Federn und andere ähnliche Subſtanzen, die in der Luft bekanntlich warme Bedeckungen, nemlich um die Wärme zurückzuhalten, bilden, das nemliche im Waſſer nicht bloß thun — ſondern daß ihre Wirkung, den Durchgang der Wärme zu verhindern, im Waſſer ſogar gröſſer iſt als in der Luft.

Dieſe Entdeckung klärt, wenn ich mich nicht irre, einige der intereſſanteſten Theile der Oekonomie der Natur auf, und erklärt befriedigender die Endurſachen vieler Erſcheinungen, die man bis jetzt noch wenig verſtand.

Da das flüſſige Waſſer das Vehikel der Wärme, der Ernährung, und folglich des Lebens in jedem lebenden Körper iſt, und da das Waſſer, ſich ſelbſt überlaſſen, bey einem geringern Grade der Kälte, als der iſt, welcher gewöhnlich in kalten Climaten ſtatt findet, friert; ſo können wir, nach den Begriffen, die wir von der Weisheit des Schöpfers der Welt haben, annehmen, daß er Einrichtungen traf, eine hinlängliche Quantität Waſſer in ſeinem flüſſigen Zuſtande zu erhalten, um ſo das Leben während der kalten Jahreszeit zu ſichern. Dieſe Vorkehrung finden wir wirklich beſtätigt; denn ſowohl Pflanzen als Thiere überleben die längſten und ſtrengſten Winter;

Winter; die Mittel aber, deren sich die Natur bedient, um diese wunderbaren Wirkungen hervorzubringen, hat man noch nicht aufgefunden; — wenigstens noch nicht so weit, als sie sich auch auf das Pflanzenreich erstrecken.

Da sich aber die Thierischen- und Pflanzen-Körper in vielen Rücksichten wesentlich von einander unterscheiden, so ist der Schluß sehr natürlich, daß die Mittel, die dazu dienen, um sie gegen schädliche Wirkungen, die durch das Frieren ihrer flüssigen Bestandtheile entstehen würden, zu schützen —, sehr verschieden seyn müssen. Bey den organischen Körpern, die auf der Oberfläche der Erde leben, und dem Wechsel der Jahreszeiten ausgesetzt sind, finden wir, daß je größer bey ihnen das Verhältniß der flüssigen Theile zu den festen ist, destomehr brauchen sie Wärme zu ihrer Erhaltung und Fortkommen; und um desto weniger können sie eine große Veränderung ihrer Temperatur vertragen.

Das Verhältniß der flüssigen Theile zu den festen ist bey den Thieren viel grösser als bey den Pflanzen; erstere sind daher — um die große Quantität von Wärme zu erhalten, die zu ihrem Leben unumgänglich nothwendig ist — mit Lungen versehen,

sehen, und erhalten ihre Wärme durch einen ähnlichen Prozeß, wie die bey der Verbrennung entzündlicher Körper ist.

Unter den Pflanzen sind die saftvollsten nur einjährig. Da sie keine Lungen haben, die die große Masse der Flüssigkeiten, womit ihre langen dünnen Gefäße angefüllt sind, warm erhielten, so vegetiren sie nur so lange, als sie der volle Einfluß des Sonnenlichts erwärmt, und ihre schwachen Säfte belebt; sobald diese Unterstützung wegfällt, so verwelken sie, und sterben ab.

In kalten Ländern giebt es eine Menge zarter Pflanzen, die im Herbste absterben. Die Wurzeln bleiben aber den Winter hindurch frisch, und treiben im Frühlinge wieder neue Stengel. Bey diesen Pflanzen findet man immer, daß die Wurzeln dichter und kompakter als die Stengel sind, oder daß sie kleinere Gefäße, und weniger Flüssigkeit haben.

Bey den Bäumen findet man immer, daß diejenigen, die viel dünne wässerige Flüssigkeit enthalten, nicht nur im Herbste ihre Blätter fallen lassen, sondern auch in harten Wintern erfrieren und absterben. Viele tausend große Wallnuß-

bäume

iſt; — ſetzen wir hierzu noch die Hemmungen des Durchgangs der Wärme, welche aus der vermehrten Klebrigkeit des Safts im Winter, und aus der beynahe undurchdringlichen Hülle, die die Rinde, um die Wärme zurückzuhalten, bildet, entſtehen, — ſo werden wir nicht länger anſtehn, eine Erläuterung über die Erhaltung der Bäume im Winter, ohngeachtet

auffallenden Beweis von der auſſerordentlichen Schwierigkeit, womit die Wärme in das Holz dringt, zu beobachten. Ich war in München gerade in der Stückgieſſerey, als man Kanonen goß. Hier bemerkte ich, daß der Stückgießer ſich eines hölzernen Inſtrumentes zum Herumrühren des geſchmolzenen Metalls bediente. Es war ein Stück eichenes Brett, 10 Zoll breit, 2 Zoll dick, mit einem langen hölzernen Griffe, der durch ein Loch in der Mitte des Brettes befeſtigt war. Da man dies Inſtrument oft brauchte, und es zuweilen eine beträchtliche Zeit in den Ofen ließ, worinne die Hitze doch äuſſerſt heftig war, ſo erſtaunte ich, daß das Inſtrument nicht verbrennt war; aber noch mehr ſtaunte ich, da ich den Theil des Brettes unterſuchte, der in das geſchmolzene Metall getaucht wurde, und fand, daß die Hitze es ſo wenig durchdrungen hatte, daß in der Entfernung von $\frac{1}{20}$ Zoll unter ſeiner Oberfläche, das Holz nicht im geringſten angegriffen war. Die Farbe des Holzes war nemlich unverändert, und es ſchien ſogar nicht einmal ſeine Feuchtigkeit verloren zu haben.

achtet der lang anhaltenden harten Fröſte, denen ſie jährlich ausgeſetzt ſind, geben zu können.

Verfolgen wir dieſe Grundſätze, ſo können wir eben ſo befriedigend, wie ich glaube, die Erhaltung mehrerer Arten von Früchten — wie z. E. Birnen und Aepfel erklären, die wie bekannt, einen ziemlichen Kälte Grad, ohne zu erfrieren aushalten, der ein eben ſo großes Volumen reines Waſſer bald in eine feſte Eismaſſe verwandeln würde. Die feſte Schaale der Früchte verhindert nemlich die Verdunſtung der flüſſigen Theile, die, wie bekannt, ohne einen ſtarken Verluſt von Wärme nicht ſtatt hat. Zu gleicher Zeit wird die innere Bewegung ihrer flüſſigen Säfte, ſo ſehr durch die dünnen Scheidewände der unendlich vielen kleinen Zellen, worin der Saft enthalten iſt, zurückgehalten, daß die Mittheilung ihrer Wärme an die Luft nach unſerer Hypotheſe, nur langſam und ſchwierig iſt. Doch frieren dieſe Früchte endlich, wenn die Kälte ſehr ſtark iſt. Da müſſen wir bedenken, daß dieſe Früchte beynahe ganz aus Flüſſigkeiten beſtehen, und zwar aus ſolchen, die durch die Kälte nicht zähe werden; ja was noch mehr iſt, daß ſie augenſcheinlich nicht dazu beſtimmt waren, lange Zeit einen ſehr ſtarken Froſt auszuhalten.

Paſſi-

des Eises steht, schmelzen, als eine eben so große Quantität dicker Flüssigkeit, bey irgend einer höhern Temperatur, selbst bey der des kochenden Wassers. — Beweis dieses merkwürdigen Factums durch mannichfaltige entscheidende Versuche. — Wasser schmelzet bey der Temperatur von 42° mehr Eis, wenn es auf dessen Oberfläche steht, als selbst siedend-heißes Wasser. — Die Resultate aller dieser Versuche dienen zum Beweise daß das Wasser in der That ein vollkommener Nichtleiter der Wärme ist; oder daß die Wärme nur nach Maßgabe der Bewegungen, die es unter den abgesonderten und einzelnen Theilchen dieser Flüssigkeit bewirkt, und welche bey dieser Operation keine Gemeinschaft unter sich haben, fortgepflanzt wird. — Die Entdeckung dieser Thatsache enthüllt uns eine der herrlichsten und merkwürdigsten Scenen der Haushaltungskunst der Natur.

Da die Theilchen des Wassers, so wie aller andern Flüssigkeiten, zu unendlich klein sind, um durch das menschliche Auge wahrgenommen zu werden, so müssen folglich auch ihre Bewegungen für uns unbemerkbar bleiben; demohngeachtet können wir oft mit der äussersten Gewißheit Bewegungen unsichtbarer Flüssigkeiten, nach den Bewegungen, die sie auf sichtbare Körper bewirken, beurtheilen.

Die

Die Luft iſt eine unſichtbare Flüſſigkeit, und doch bemerken wir genau ihre Bewegungen durch den Staub, und durch andere leichte Körper, die durch ihre Bewegung mit fortgeriſſen werden. Niemand der nur je bey trocknem Wetter einen Wirbelwind über ein gepflügtes Feld ſtreichen ſahe, wird da an der Exiſtenz der Bewegungen in der Luft zweifeln; obgleich die Urſachen davon ſehr verwickelt ſind, und ſchwer auseinanderzuſetzen ſeyn möchten.

Die Bewegungen von den feinen Staubtheilchen, die ſich von ohngefähr mit dem Weingeiſte in meinem großen Thermometer gemiſcht hatten, und die durch die darauf fallenden Sonnenſtrahlen ſichtbar wurden, waren es, die mir zuerſt die innern Bewegungen des Weingeiſtes, die bey ſeiner Abkühlung ſtatt haben, entdeckten. Dieſen vortrefflichen Wink benutzte ich, und ſuchte nun auf gleiche Weiſe die innern Bewegungen des Waſſers ſichtbar zu machen. Dieſes ließ ſich, wie ich ſogleich ſahe, ſehr leicht ausführen, ſobald ich nur einen feſten Körper fände, der dieſelbe ſpecifiſche Schwere wie das Waſſer hätte, und ſich darin miſchen ließe; — d. heißt, ohne ſich darin aufzulöſen, oder ohne ſich in ſo kleine Theilchen zu zertheilen, die dann ſelbſt unſichtbar wurden; aber es fand ſich kein ſolcher Körper. Beym weitern Nachdenken fand ich, daß es eigentlich ſehr gut iſt,

daß ſolche Subſtanzen ſich nicht häufig finden; denn ſonſt würde es ſehr ſchwierig ſeyn, gutes reines Waſſer zu bekommen.

Da ich nun durchaus keine ſchickliche dichte Subſtanz, die dieſelbe ſpecifiſche Schwere wie reines Waſſer hatte, zu meinem Vorhaben fand, ſo mußte ich zu folgenden Kunſtgriffe meine Zuflucht nehmen. Ich durchſah nemlich die Tabellen über die ſpecifiſchen Gewichte und fand, daß das ſpecifiſche Gewicht des gelben durchſichtigen Bernſteins um ſehr wenig größer iſt, als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers, indem es ſich wie 1,078 zu 1000 verhält. Zugleich fiel mir ein, daß ich durch die Auflöſung einer gewiſſen Menge von reinen alkaliſchen Salze die ſpecifiſche Schwere des Waſſers vermehren, oder ſie vielmehr der des Bernſteins vollkommen gleich machen könnte, ohne der Durchſichtigkeit der Flüſſigkeit zu ſchaden, oder ohne irgend eine ihrer Eigenſchaften zu verändern, wodurch die Art, wie ſie die Wärme aufnimmt und weiter fortführt, merklich geändert werden könnte.

Dieſer Plan wurde auf folgende Art, mit vollkommnen Erfolge ausgeführt. Ich verſahe mich mit mehrern Glaskugeln von verſchiedener Größe, mit

mit langen cylindrischen Hälsen; hievon wählte ich eine, die ohngefähr zwey Zoll im Durchmesser hatte, mit einem cylindrischen Hälse ½ Zoll im Durchmesser, und 12 Zoll lang. In diese schüttete ich einen halben Theelöffel voll gelben grob gestoßenen Bernstein (die Stückchen, die ungleich in ihren Formen, und durchsichtig waren, hatten ohngefähr die Größe von Senfkörnern) und goß destillirtes Wasser darüber, welches die Temperatur meiner Stubenluft hatte, d. h. gegen 60° Fahrenheit.

Ich fand, wie ich erwartete, daß der Bernstein auf dem Boden der Kugel liegen blieb. Deswegen setzte ich nun zum Wasser so viel von einer gesättigten Auflösung vom reinem Pflanzenalcali, als nöthig war, um das specifische Gewicht des Wassers so zu erhöhen, daß die Bernsteinstückchen zu schwimmen anfiengen, und so wie man bemerken konnte, ohne Bewegung in dem Theile der Flüssigkeit stehen blieben, wohin sie zuerst durch ihr Erheben vom Boden versetzt wurden.

Da der Glas-Körper noch nicht genug gefüllt war, wie ich wünschte, so setzte ich so lange noch verhältnißmäßige Theile vom Wasser und der alkalischen Auflösung hinzu, bis die Kugel ganz, und

eben ſo auch die cylindriſche Röhre bis auf 3 Zoll gefüllt war; dann verſtopfte ich ſie mit einem guten Korke.

Jetzt ſchüttelte ich die Flüſſigkeit im Glaskörper gut durch einander, ſetzte ihn, ſo daß die cylindriſche Röhre vertical ſtand, auf ein hölzernes Fußgeſtelle, und ließ es ſo ſtille ſtehen, um zu beobachten, wie lange ſich die feſten Theilchen des Bernſteins (die in der Flüſſigkeit ganz gleich vertheilt zu ſeyn ſchienen) — ſchwebend erhalten würden.

Im Anfang ſchien der größte Theil der Bernſtein-Partikeln gar keine Neigung weder zum Steigen noch zum Sinken zu haben, doch bald fiengen einige an ganz langſam aufwärts zu ſteigen, unterdeſſen daß andere eben ſo langſam zu Boden ſich ſenkten. Da ſich dieſe Theilchen zu gleicher Zeit nach allen Seiten der Flüſſigkeit durch einander bewegten, ja zugleich in den verſchiedenen Richtungen, ſo ſtrichen die ſteigenden und herabſinkenden Theilchen oft ſo nahe an einander vorbey, daß ſie ſich beynahe berührten. Doch ſahe ich daß dieſe Bewegungen ganz unabhängig von der innern Bewegung der Flüſſigkeit waren, und bloß von den verſchiedenen ſpecifiſchen Schweren der Bernſtein-Theilchen gegen die

die des Waſſers herrührten. Einige von dieſen Bernſteinſtückchen, die offenbar ſchwerer waren, als die Flüſſigkeit, ſanken nieder, unterdeſſen daß die leichtern nach oben zu ſtiegen.

Da ich nun fand, daß die ſpecifiſche Schwere der Bernſtein-Theilchen ſo verſchieden war, ſo ſtreute ich noch mehr davon in die Flüſſigkeit, ſchüttelte ſie durch einander, und ließ ſie dann ruhig ſtehen. Jetzt nahm ich ganz ſauber die Theilchen hinweg, die auf der Oberfläche ſchwammen, und ließ nur diejenigen Theilchen in der Flüſſigkeit, die ſich zu Boden geſetzt hatten. Nun vermehrte ich das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit, indem ich ſo lange von der alkaliſchen Auflöſung hinzutröpfelte, bis die kleinen Bernſteinſtückchen, die auf dem Boden ſaßen, gerade auch gehoben wurden und in den verſchiedenen Theilen der Flüſſigkeit ſich ſo ſchwebend erhielten, daß es ſchien, als hätten ſie da ihren Ruhepunkt gefunden.

Jetzt hatte ich nun ein Inſtrument, das mir zu den intereſſanten Verſuchen, die ich entworfen hatte, gut berechnet ſchien, und ich verlohr, wie man leicht denken kann, keine Zeit um Gebrauch davon zu machen.

Der erſte Verſuch, den ich mit dieſem Inſtrumente unternahm, war, daß ich es in ein großes gläſernes, beynahe ganz mit kochendem Waſſer angefülltes Gefäß tauchte. Das Reſultat fiel aus, wie ich es erwartete. Zwey Ströme, nach entgegengeſetzten Richtungen, fiengen zu gleicher Zeit an ſich in der Flüſſigkeit der cylindriſchen Röhre mit großer Geſchwindigkeit zu bewegen, indem der aufſteigende Strom die Seitenwände der Röhre, der herabſteigende aber ihre Achſe einnahm.

So wie die ſalzige Flüſſigkeit warm wurde, ſo verminderte ſich ſtufenweiſe die Geſchwindigkeit dieſer Ströme, und zuletzt, da die Flüſſigkeit die Temperatur von dem Waſſer in dem großen gläſernen Gefäße angenommen hatte, ſo hörten die Bewegungen ganz auf. Da ich aber die Glaskugel aus dem heißen Waſſer herausnahm, ſo fingen die innern Bewegungen der Flüſſigkeit von neuem an; aber die Ströme hatten ihre Richtungen geändert, denn derjenige der vorher die Achſe der Röhre einnahm, war jetzt der aufſteigende Strom. Neigte ich die cylindriſche Röhre, anſtatt ſie in der verticalen Richtung zu laſſen, ein wenig, ſo nahm der aufſteigende Strom die Seite ein, die gerade die oberſte war, unterdeſſen der Strom der mit gleicher Geſchwindigkeit ſich nach unten bewegte, die unterſte Seite einnahm.

So

So wie die Flüssigkeit in der Glaskugel die Temperatur der Stubenluft bekam, so hörten die Bewegungen auf, allein sie fiengen sogleich wieder an so wie man das Instrument einer veränderten Temperatur unterwarf.

In allen den Fällen, wo das Instrument Wärme empfieng, bewegte sich der Strom in der Achse seiner cylindrischen Röhre wenn es in einer verticalen Richtung stand, (und der Strom der die obere Seite einnahm, wenn das Instrument schief gehalten wurde) niederwärts. — Wenn es die Wärme gehen ließ, so zeigten sich die Bewegungen nach der entgegengesetzten Richtung; das heißt, aufwärts.

Eine Veränderung der Temperatur von wenigen Graden nach Fahrenheit, war schon hinreichend, die Flüssigkeit im Instrumente in Bewegung zu setzen; und die Bewegung war mehr oder minder heftig, je nachdem die Geschwindigkeit womit das Instrument die Wärme aufnahm oder entließ größer oder geringer war, und die Bewegung war in den Theilen des Instrumentes sehr heftig, wo die Mittheilung nicht so schnell statt hatte.

Eine

Eine theilweise Bewegung konnte man zu jeder Zeit in irgend einem Theile des Instrumentes dadurch hervorbringen, daß man an diesen Theil einen Körper, der heißer oder kälter als das Instrument wäre, anlegte. War der darangebrachte Körper heißer als das Instrument, so war die Bewegung des Theils der salzigen Flüssigkeit, die unmittelbar in Berührung mit dem heißen Körper war, aufwärts — mit dem kältern aber, niederwärts; und so wie ein warmer oder kalter Körper einen auf- oder niedersteigenden Strom bewirkte, so verursachte dieser Strom unmittelbar einen andern in einem andern Theil der Flüssigkeit, der in einer entgegengesetzten Richtung strömte.

Neigte man die cylindrische Röhre des Instruments bis zu einem Winkel von ohngefähr 45 Graden gegen den Horizont, und hielt dann in ihre Mitte eine Lichtflamme, deren Spitze 3 oder 4 Zoll davon entfernt war, so wurde die Bewegung der Flüssigkeit in dem obern Theil der Röhre ganz erstaunend heftig, unterdessen daß die Flüssigkeit in dem untern Ende der Röhre, wo sie sich mit der Kugel vereinigte, so wie in dieser selbst, ganz ruhig blieb.

Ja ich fand sogar, daß ich die Flüssigkeit in dem obern Theile der Röhre wirklich zum Sieden bringen

bringen konnte, ohne daß der untere Theil der Röhre nach dem Gefühle der Hand merklich erwärmt zu ſeyn ſchien. Aber richtete ich die Lichtflamme gegen den untern Theil der Röhre, ſo wurde der ganze obere Theil, der in Berührung mit der Flüſſigkeit war, beſonders aber die Seite, die die oberſte war, wenn die Röhre in einer ſchiefen Richtung lag, wo der aufſteigende Strom ſehr heftig war, — ſehr bald ſehr erhitzt.

Die Bewegungen der Flüſſigkeit in der Röhre nach entgegengeſetzten Richtungen waren außerordentlich heftig bey dieſem ſchnellen Gebrauche einer großen Hitze und gewährten einen ſehr unterhaltenden Anblick; aber für den wiſſenſchaftlichen Beobachter waren ſie noch weit mehr, als bloß unterhaltend. Sie enthüllten die thätige Natur, ſo wie ſie war in einer ihrer verborgenſten Operationen, und machten mitten in einem Medium Bewegungen ſichtbar, welche man zuvor noch nie ſahe, und die man wahrſcheinlich ſelbſt noch nie darin vermuthete.

Muthig gemacht durch dieſen Erfolg, und beſtättigt in meinen Meinungen über das merkwürdige Factum, deſſen Unterſuchung ich unternommen hatte, ſchritt ich nun voller Vertrauen zu direktern und entſcheidendern Verſuchen.

Es

Es iſt, wie ich glaube, eine allgemein angenommene Meinung unter den Phyſikern, daß Waſſer in Berührung mit Eiſe nicht erwärmt werden könne: da ich über dieſen Gegenſtand nachdachte, ſo fand ich ſogleich, daß entweder dieſe Meinung falſch ſeyn müſſe, oder alle meine Ideen über die Art, wie ſich die Wärme in dieſer Flüſſigkeit fortpflanzt, es wären. Ich bemerkte daß ſo lange Eis auf der Oberfläche von Waſſer ſchwimmt, welches man über Feuer (oder auf eine andere Art) erwärmt, ſo muß das eiskalte Waſſer, welches aus dem ſchmelzenden Eiſe kömmt, meiner eignen Hypotheſe gemäß, niederſinken, ſich auf dem Boden des Keſſels ausbreiten, und ehe es noch Zeit hat, ſehr erwärmt zu werden, muß es von neuem dem andern eiskalten Waſſer weichen, welches, ſo lange noch Eis da iſt, in einem ununterbrochenen Strome fortfährt, niederzuſinken; ſo kann denn die Waſſermaſſe nicht ſehr erwärmt werden. Aber vorausgeſetzt, daß Waſſer, nach der gemeinen Annahme dieſes Ausdrucks, kein Leiter der Wärme iſt, oder daß die Wärme in dieſe Flüſſigkeit nicht hineindringen kann, ausgenommen wenn es durch ſeine Theilchen weiter geführt wird, welche ſie — indem ſie durch die Veränderung, die die Wärme in ihrem ſpecifiſchen Gewichte verurſacht, in Bewegung geſetzt werden — von Platz zu Platze weiter geben;

ſo

ſo erhellet nicht, wie Eis — (welches man, anſtatt es auf der Oberfläche von Waſſer ſchwimmen zu laſſen, auf den Boden des Gefäßes, oder in einer andern gegebenen Entfernung unter ſeiner Oberfläche befeſtigte) — auf irgend eine Art, die Temperatur des darüber ruhenden Waſſers verändern oder verhindern könnte, daß es Wärme von andern Körpern annehme.

Wäre Waſſer ein Leiter der Wärme, ſo iſt kein Zweifel, daß der Einfluß des daſeyenden Eiſes ſich in dem Waſſer nach allen Richtungen fortpflanzen würde.

Die Metalle ſind alle Leiter der Wärme, und Profeſſor Pictet fand durch einen ſinnreichen und entſcheidenden Verſuch *), daß in einer kupfernen Stange 33 Zoll lang, ſenkrecht aufgerichtet, die Wärme eben ſo gut niederwärts als aufwärts gieng und faſt mit derſelben Leichtigkeit in dieſen beyden Richtungen; und wenn nun daher gezeigt werden kann, daß die Wärme im Waſſer nicht niederſteigt, ſo wird dieſes, wie ich glaube, allein ſchon hinlänglich ſeyn zu beweiſen, daß Waſſer kein Leiter der Wärme iſt.

Wenn

*) Eſſais de Phyſique. Tom. I. Genève. 1790.

Wenn wir streng über die Natur der Flüssigkeit nachdenken, so scheint es, wir können einige schwache Lichtpunkte wahrnehmen, die uns auf die Vermuthung führen könnten, daß die Ursache, und ich kann sagen das eigentliche Wesen der Flüssigkeit in der Eigenschaft besteht, die die Theilchen der Körper, wenn sie flüssig werden, erhalten, wodurch aller fernerer Zwischenwechsel oder Mittheilung der Wärme unter ihnen verhindert wird. Ob dieses nun gleich seyn kann, so kann man doch das Resultat nachfolgender Versuche gewiß als ein solches betrachten, welches einem wichtigen Factum über die Art, wie sich die Wärme im Wasser fortpflanzt, unbezweifelte Gewißheit giebt.

Versuch No. 15.

In ein cylindrisches gläsernes Gefäß 4,7 Zoll im Durchmesser und 14 Zoll hoch, paßte ich ein rundes Stück Eis, beynahe so breit als der innere Durchmesser des Gefäßes, $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und $10\frac{1}{2}$ Unzen schwer. Als ich diesen Eiskuchen fertig hatte, so goß ich 6 lb. $1\frac{1}{4}$ Unze (Apotheker Gewicht) kochendes Wasser in das Gefäß, und da ich das Eis behutsam hineinthat, so fand ich daß es in 2 Min. 58 Secunden vollkommen geschmolzen war.

Da ich durch diesen Versuch die Zeit fand, binnen welcher das Eis auf der Oberfläche des heissen Wassers schmolz, so suchte ich nun auszufinden, ob es nicht längere Zeit brauchte, um es auf dem Boden des Gefäßes zu schmelzen.

Versuch No. 16.

In das nemliche Gefäß, welches ich beym vorhergehenden Versuch brauchte, that ich wieder einen Eiskuchen von derselben Form und demselben Maße wie der oben beschriebene. Aber anstatt daß ich ihn auf der Oberfläche des heissen Wassers schwimmen ließe, so befestigte ich ihn auf dem Boden des Gefäßes, und goß das Wasser dann darauf.

Dieser Eiskuchen wurde auf den Boden durch zwey schwache elastische Stückchen Tannenholz befestigt ($\frac{1}{2}$ Zoll stark, und $\frac{1}{4}$ Z. breit), die ein wenig länger als der innere Durchmesser des Gefäßes waren, und sich folglich ein wenig bogen, so wie ich sie in eine horizontale Lage in das Gefäß paßte. Da ich sie in rechten Winkeln über das Eis spannte, so dienten sie zum Festhalten desselben, und verhinderten, daß es nicht nach oben stieg, da das Wasser darüber gegossen wurde.

Um das Eis zu schützen wenn das heiße Wasser in das Gefäß gegossen wurde, so bedeckte ich seine Oberfläche mit einem zirkelrunden Stück von starkem Schreibpapier, welches dann so behutsam als möglich durch einen Faden, der daran befestigt war, weggezogen wurde; ferner um zu verhüten, daß das Glasgefäß durch das schnell hineingegossene heiße Wasser nicht springen möchte, goß ich erst ein wenig kaltes Wasser in das Gefäß, — gerade so viel, um die Zwischenräume zwischen dem Glase und dem Eise auszufüllen, und das Eis bis auf die Höhe von ¼ Zoll zu bedecken; da ich nun das heisse Wasser aus einem großen Theekessel, worinne es gekocht wurde, in das Gefäß goß, so richtete ich sorgfältig den Stral gerade gegen die Mitte des zirkelrunden Papiers, welches das Eis bedeckte.

Das Gefäß mit dem Eise und dem heißen Wasser setzte ich auf einen Tisch nahe bey dem Fenster, zog ganz behutsam das Papier von der Oberfläche des Eises weg, und schickte mich nun an, das Resultat dieses äusserst merkwürdigen Versuchs genau zu beobachten.

Wenige Augenblicke waren hinreichend, um mir zu zeigen, daß meine Erwartung nicht getäuscht

werden

werden würde. Bey dem vorigen Versuche zerschmolz ein ähnlicher Eiskuchen in nicht ganz 3 Minuten; allein hier bey diesem Versuche war schon mehr als die doppelte Zeit verstrichen, und noch zeigte sich bey dem Eise nicht einmal ein Anfang zum Zerschmelzen. Die Oberfläche blieb glatt und glänzend, und das Wasser unmittelbar in Berührung damit schien vollkommen ruhig, obgleich die inneren Bewegungen des heissen Wassers darum herum, welches seinen Wärmestoff an das Glas und in die Luft absetzte, sehr heftig waren; so wie ich solches aus einigen erdigen Theilen und andern Unreinlichkeiten die das Wasser zufällig enthielt, genau sehen konnte.

Ich untersuchte das Eis mit einem sehr guten Linsenglase, aber es dauerte lange Zeit ehe ich ein Zeichen des Schmelzens bemerkte. Die Kanten des Eiskuchens blieben scharf, und die kleinen Staubtheilchen, welche nach und nach niederfielen (so wie das Wasser kälter wurde) blieben ohne Bewegung liegen, sobald sie die Oberfläche des Eises erreicht hatten.

Da das Wasser in einem Theekessel aus der Küche gebracht wurde, so war es nicht ganz kochend heiß, als es in das Gefäß gegossen wurde. Wie

es

es eine Minute in dem Gefäße gestanden hatte, so tauchte ich einen Thermometer hinein, und fand die Temperatur bey 180 Grad.

Nach Verlauf von 12 Minuten, war die Temperatur des Wassers in der Tiefe von 1 Zoll unter der Oberfläche 170°. In der Tiefe von 7 Zoll, oder ein Zoll über der Oberfläche des Eises war sie 169½°, während daß die Temperatur nur ¾ Zoll tiefer, oder ¼ Zoll über der Oberfläche des Eises die Temperatur 40° betrug.

Nach Verlauf von 20 Minuten, betrug die Temperatur des Wassers in verschiedenen Tiefen wie folgt:

Unmittelbar über der Oberfläche des Eises	40°
In der Entfernung von ½ Zoll darüber	46°
Bey 1 Zoll darüber	130°
Bey 3 Zollen	159°
Bey 7 Zoll	160°

Nach 35 Minuten betrug die Temperatur wie folgt:

Auf der Oberfläche des Eises .	40°
½ Zoll darüber	76°
1 Zoll —	110°

2 Zoll darüber	144°
3 Zoll —	148°
5 Zoll —	148½°
7 Zoll —	149°

Nach Verlauf einer Stunde betrug die Temperatur wie folgt:

Auf der Oberfläche des Eiſes	40°
1 Zoll darüber	80°
2 Zoll —	118°
3 Zoll —	128°
4 Zoll —	130°
7 Zoll —	131°

Nach Verlauf 1 Stunde 15 Minuten betrug die Temperatur wie folgt:

Auf der Oberfläche des Eiſes	40°
1 Zoll darüber	82°
2 Zoll —	106°
3 Zoll —	123°

Bis hieher beobachtete man die Wärme des Waſſers gegen die Seiten des Gefäßes zu: — in den 2 folgenden Verſuchen wurde ſie in der Mitte oder der Achſe des Gefäßes gemeſſen.

Nach Verlauf von 1 Stunde und 30 Minuten (immer von der Zeit an gerechnet, da das ſiedend-

heiße Wasser in das Gefäß gegossen wurde, fand man die Temperatur des Wassers in der Mitte des Gefäßes wie folgt:

Auf der Oberfläche des Eises . .	40°
1 Zoll darüber	84°
2 Zoll —	115°
3 Zoll —	116°
7 Zoll —	117°

Nach 2 Stunden, war die Temperatur in der Mitte des Gefäßes wie folgt:

Auf der Oberfläche des Eises . .	40°
1 Zoll darüber	76°
2 Zoll —	94°
3 Zoll —	106°
4 Zoll —	108°
6 Zoll —	$108\frac{1}{4}$°
7 Zoll —	$108\frac{1}{2}$°

Um den Versuch nun zu endigen wurde das heiße Wasser von dem Eise herunter gegossen, und da ich den Rückstand wog, so fand ich, daß 5 Unz. 6 Gran Apoth. Gewicht (= 2406 Gran) Eis geschmolzen waren.

Nehm ich das Mittel der Temperatur des Wassers am Ende des Versuchs zu 106° an, so

scheint

scheint es, daß sich die Masse des heißen Wassers (das 73¼ Unz. wog) während des Versuchs um 78 Grad abkühlte, oder von 184° bis auf 106°. Da nun bekannt ist, daß eine Unze Eis um in Wasser umgeändert zu werden gerade so viel Wärme absorbirt, als eine Unze Wasser Wärme verliehrt, um 140 Grad abgekühlt zu werden, so ist klar, daß eine Unze Wasser, die 78 Grad abgekühlt wird, so viel Wärme abgiebt, als hinreichend wäre $\frac{78}{140}$ einer Unze Eis zu schmelzen; folglich gaben die 73¼ Unze heisses Wasser, die bey diesem Versuche um 78 Grad abgekühlt wurden, so viel Wärme ab, als hinreichend gewesen wäre, $\frac{73\frac{1}{4} \times 78}{140} = 40\frac{8}{10}$ Unz. Eis zu schmelzen.

Aber die Quantität Eis, welches wirklich geschmolzen war, betrug nur 5 Unzen; hieraus erhellet daß nicht ganz $\frac{1}{8}$ Theil der Wärme die das Wasser verlohr, sich dem Eise mittheilte, und daß der Rest von der Luft weggetragen wurde.

Da bey diesem Versuche dieselbe Quantität heisses Wasser gebraucht wurde, wie zu dem No. 15., der unmittelbar vorhergieng, und das Wasser in dasselbe oben beschriebene Glasgefäß gethan wurde,

ſo folgt hieraus, daß Eis auf dem Boden von ſiedend-heiſſem Waſſer um mehr als achtmal langſamer ſchmilzt, als wenn man es auf der Oberfläche des Waſſers herumſchwimmen läßt: denn da bey dem Verſuche No. 15. $10\frac{7}{8}$ Unzen Eis in 2 Minuten 58 Secunden ſchmolzen, ſo hätten 5 Unzen zum wenigſten in 1 Min. 29 Secunden ſchmelzen müſſen; allein bey dem Verſuche No. 16. gehörten 2 Stunden oder 120 Minuten dazu, um 5 Unzen zu zerſchmelzen.

Allein das Eis war auf dem Boden des heiſſen Waſſers, obgleich ſehr langſam doch geſchmolzen, und dieſer Umſtand allein würde ſchon zureichend geweſen ſeyn, meine Hypotheſe über die Art wie ſich Wärme in Flüſſigkeiten fortpflanzt umzuwerfen, hätte ich nicht Mittel gefunden dieſes Factum (ohne meine vorigen Meinungen aufzugeben) auf eine befriedigende Art darzuſtellen.

Ohngefähr $\frac{1}{2}$ Stunde nachher, als das heiſſe Waſſer bey dem letzten Verſuche in das Gefäß gegoſſen worden war, entdeckte ich bey der Unterſuchung der Oberfläche des Eiſes eine Erſcheinung, welche meine Aufmerkſamkeit und Wißbegierde ſehr reitzte. Ich bemerkte nemlich, daß das Eis auf ſeiner Oberfläche

ſchmolz

ſchmolz und ſich verringerte; ausgenommen nur da nicht, wo es durch die flachen Tannen-Späne, die das Eis auf dem Boden feſthielten, bedeckt oder beſchattet wurde.

Wäre das Eis vom Zerſchmelzen nur durch das Stück Holz gehindert worden, welches, als das unterſte, unmittelbar auf der Oberfläche des Eiſes ruhte, ſo hätte mich dieſes vielleicht nicht ſehr überraſcht; aber da der Theil der Eis-Oberfläche, der unmittelbar unter dem andern Holzſpane lag (welcher, da er kreutzweiſe über dem unterſten Spane lag, und auf ihm ruhete, das Eis bloß an ſeinen beyden Enden berührte) eben ſo dadurch geſchützt worden war, ſo erregte dieſer Umſtand meine ganze Aufmerkſamkeit, ob ich gleich im Anfange nicht einſahe wie es geſchehen konnte. Ich ſupponirte bloß, daß das Eis durch die wärmeenthaltenden Strahlen, die das heiße Waſſer ausgehen ließ, geſchmolzen ſey; folglich hätten ſo die Theile des Eiſes, die durch die Holzſpäne beſchattet wurden, keine dieſer Strahlen erhalten, wodurch ſie zerſchmolzen wären.

Dieſe Erſcheinungen hatten mich ſo überraſcht, daß ich ſogleich nachfolgenden Verſuch unternahm, bloß zur Aufklärung der Sache.

Ver-

Verſuch No. 17.

In ein cylindriſches Glasgefäß, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und 8 Zoll hoch, that ich einen runden Eiskuchen, ſo breit, daß er eben in das Gefäß paßte, und gegen $3\frac{1}{2}$ Zoll dick. Auf die ebene Oberfläche des Eiſes legte ich eine runde Platte von Zinn, ſo dünn als ich ſie bekommen konnte, gegen $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, oder ſo breit, daß ſie gerade das Eis bedeckte. Dieſe Zinnplatte (die, um ſie ganz eben zu erhalten, durch einen Drath, der um ihren Umkreis lief, gedeckt wurde) hatte in der Mitte ein zirkelrundes Loch, 2 Zoll im Durchmeſſer, und wurde durch mehrere dünne hölzerne Keilchen, die zwiſchen ihrem Umkreiſe und den Seitenwänden des Glaſes ſteckten, auf die obere Fläche des Eiskuchens genau befeſtigt.

Jetzt wurde eine zweyte runde Zinnplatte, mit einem 2 Zoll großen Loch in ihrem Durchmeſſer, und übrigens ſo wie die eben beſchriebene, über die erſtere, in der Entfernung von 1 Zoll gebracht, und wie die erſtere an ihrem Platze durch hölzerne Keilchen befeſtigt.

Als dieſe durchlöcherten runden Scheiben befeſtigt waren, ſo wurde das Gefäß in ein Zimmer geſetzt, wo Fahrenheit's Thermometer auf 34 Grad

ſtand.

stand. Eiskaltes Wasser wurde so lange hineingegossen, bis es eben die obere Platte bedeckte; dann wurde das Gefäß bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll von seinem Rande mit heißem Wasser gefüllt, mit einem Bretchen bedeckt, und 2 Stunden ganz ruhig stehen gelassen.

Nach Verlauf dieser Zeit, wurde das Wasser, das noch warm war, abgegossen, und das Eis, nachdem die runde Platte weggenommen worden war, untersucht.

Eine runde Aushölung, gerade so groß als das Loch in der Zinnplatte, die das Eis wie obgedacht bedeckte, 2 Zoll im Durchmesser, und damit correspondirend — scharf begränzt, und gegen $\frac{2}{10}$ Zoll tief in der Mitte, befand sich im Eise. Dieses war was ich erwartete; aber ich fand noch etwas, was ich nicht erwartete, und was ich mir im Anfange gar nicht erklären konnte. Die ganze Oberfläche des Eises, welche durch die Zinnplatte bedeckt wurde, war vollkommen glatt und glänzend, und zeigte keine Spur von Schmelzung oder Verminderung, ausgenommen an einer Stelle, wo ein Canal, gegen 1 Zoll breit, und etwas tiefer als $\frac{1}{10}$ Zoll, der offenbar durch eine Strömung des warmen Wassers gebildet zu seyn schien, von der eben erwähnten Aushöhlung

feſt geworden iſt, dehnt es ſich noch ferner aus, ſo wie es kälter wird. Dieſe Erſcheinungen die De Luc in ſeiner treflichen Schrift über die Veränderungen in der Atmoſphäre bemerkt, hat ſeitdem Sir Charles Blagden weiter verfolgt, und außer allen Zweifel geſetzt. (m. ſ. Philoſoph. Transactions Vol. 78.)

Da nun Waſſer in Berührung mit ſchmelzendem Eiſe immer die Temperatur von 32° hat, ſo iſt klar, daß das Waſſer in dieſer Temperatur ſpecifiſch leichter ſeyn muß, als Waſſer, welches um 8 Grad wärmer, oder unter der Temperatur von 40° iſt; folglich muß, wenn zwey Theile Waſſer von dieſen zwey verſchiedenen Temperaturen in dem nemlichen Gefäß enthalten ſind, die kältere und leichtere natürlich der wärmern und ſchwerern Platz machen, und ſo ſinken Strömungen des wärmern Waſſers in den kältern Theil nieder.

Da bey den zwey letzten Verſuchen, die runde Zinnplatte die die Oberfläche des Eiſes bedeckte, die dünne Waſſerſchicht, die ſich zwiſchen der Zinnplatte und dem Eiſe befand, einſchloß; da dieſes Waſſer durch die Platte verhindert, nicht aufwärts ſteigen konnte, hingegen auch keine Neigung zum Nieder-

ſinken

ſinken hatte, ſo iſt es daraus wahrſcheinlich, daß es an ſeinem Platze ſtehen blieb; da es ferner eiskalt war, ſo war es nicht fähig, das Eis, worauf es ruhte, zu ſchmelzen. — Da aber die Zinnplatte ein rundes Loch in der Mitte hatte, ſo war folglich an dieſem Theile die Oberfläche des Eiſes bloß; das darüber ſtehende eiskalte Waſſer wurde durch das von oben hinzuſtrömende wärmere und ſchwerere Waſſer verdrängt, und letzteres bildete in dem Eiſe eine Aushöhlung, in Form eines flachen Beckens.

Das warme Waſſer ſtrömte ſo wie es das Becken bildete, über deſſen Rand, und da es auf der Seite überfloß, die die niedrigſte war, ſo bahnte es ſich da einen Weg unter der Zinnplatte hinweg nach dem Rande des Eiskuchens zu, über welchen es dann herab auf den Boden des Gefäßes fiel. Da das Waſſer dieſes Bächelchens warm war, ſo bildete es ſich bald von ſelbſt einen tiefen Canal in dem Eiſe.

Dieſe Erklärungsart ſchien mir vollkommen befriedigend für die eben erwähnten Erſcheinungen zu ſeyn, und je mehr ich über dieſen Gegenſtand nachdachte, deſto mehr überzeugte ich mich über meine Muthmaßung, daß alle Flüſſigkeiten vollkommene Nichtleiter der Wärme ſeyn müſſen.

Zu-

Zufolge dieser Grundsätze konnte ich mir nun Erklärungen über das Schmelzen des Eises auf dem Boden des Gefäßes mit heißem Wasser (im Versuch No. 16.) bilden; eben so über die Langsamkeit, womit es schmolz. Durch diesen Erfolg muthig gemacht, unternahm ich nun voller Vertrauen noch mehr entscheidende Versuche; und ich kann es wagen, von den Resultaten dieser Versuche zu behaupten — daß die wichtigen zu untersuchenden Thatsachen dadurch außer allen nur möglichen Zweifel gesetzt worden sind.

Wenn das Wasser in der That ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ist — d. heißt, wenn ganz und gar keine Mittheilung der Wärme unter den benachbarten Theilchen dieser Flüssigkeit statt findet (wie ich oben voraussetzte) — so folgt — da die Wärme in dem Wasser bloß zufolge der Bewegungen die in dieser Flüssigkeit durch die Veränderung der specifischen Schwere der Theilchen (die durch die Veränderung in ihrer Temperatur bewirkt wird) verursacht werden, fortgepflanzt wird, — daß die Wärme im Wasser nicht unterwärts sich fortpflanzen kann, so lange als das Wasser noch durch die Kälte verdichtet wird; ferner, daß sie nur dann in jener Richtung (niederwärts) sich fortpflan-

pflanzen kann, wenn das Waſſer die Temperatur erhalten hat, wo es anfängt, durch die Kälte ausgedehnt zu werden; — das heißt ohngefähr gegen den 40° Fahrenheit.

Denken wir nun über dieſe Grundſätze nach, ſo kommen wir auf den merkwürdigen Schluß: daß Waſſer, welches bloß 8 Grad über den Gefrierpunkt iſt, oder ſich in der Temperatur von 40° befindet, im Stande iſt eben ſo viel Eis in einer gegebenen Zeit zu ſchmelzen, (ſobald es über deſſen Oberfläche ſteht) als eine gleiche Menge Waſſer von jeder höhern Temperatur, ſelbſt wenn es ſiedend heiß wäre.

Meine, mit der Phyſik vertrauten Leſer werden ohne Zweifel glauben, daß ich keinen geringen Grad von Vertrauen auf die Meinung, die ich mir über dieſen intereſſanten Gegenſtand gemacht, geſetzt habe, da ich es wagte, die Verſuche die nothwendig waren um dieſes Factum ganz ſicher zu ſtellen, ſogar für mich ganz allein anzuſtellen.

Verſuch No. 19.

In ein cylindriſches Glas, 4,7 Zoll im Durchmeſſer, und 13,8 Zoll hoch, goß ich 43,87 Cubik-

Zoll,

Zoll, (vd. 1 lb. 11½ Unzen Apotheker-Gewicht) Waſſer, ſetzte das Gefäß in eine froſterregende Miſchung aus geſtoßenem Eiſe und Seeſalz, worauf dann das Waſſer zu einer feſten Maſſe fror, die ſich feſt an den Boden und an die Seitenwände des Gefäßes anſchloß, und einen Eis-Cylinder 3 Zoll hoch bildete.

Wäre der Boden des Gefäßes ganz eben geweſen, anſtatt daß er jetzt erhaben oder gewölbt war, ſo würde die Höhe des Eis-Cylinders nur 2,67 Zoll betragen haben.

So bald das Waſſer in dem Gefäße durchaus gefroren war, ſo wurde das Gefäß aus der froſterregenden Miſchung herausgenommen, und in eine Miſchung von geſtoßnem Eiſe und reinem Waſſer geſetzt, worinne man es 4 Stunden ſtehen ließ, um den Eiskuchen in dem Gefäße auf die Temperatur von 32° zu bringen.

Die Oberfläche der kalten Miſchung von geſtoßnem Eiſe und Waſſer, die in einer flachen Schale ſtand, war gerade im Niveau mit der Oberfläche des Eiſes in dem darinne ſtehenden Glaſe. Ich bedeckte die Oberfläche des Eiskuchens mit einem runden Stück ſtarken Papiers, und goß 73½ Unzen Apoth. Gew.

Gew. heißes Waſſer behutſam in das Gefäß, welches den Cylinder bis zu 8 Zoll über die Eis-Oberfläche anfüllte. — (Man ſehe Taf. 2.)

Hierauf nahm ich das runde Stück Papier, welches die Oberfläche des Eiſes bedeckte, weg, und nachdem ich das heiße Waſſer eine beſtimmte Anzahl Minuten in Berührung mit dem Eiſe gelaſſen hatte, ſo goß ich es ab, und, indem ich unmittelbar darnach das Gefäß, und das ungeſchmolzene Eis, welches darinne blieb, wog, ſo beſtimmte ich dadurch die Menge des Eiſes, die durch das heiße Waſſer, ſo lange es im Gefäß ſtand, geſchmolzen war.

Dieſen Verſuch wiederholte ich denſelben Tag (den 16. März 1797.) noch viermal, indem ich bey jeder Wiederholung die Zeit, wie lange ich das Waſſer auf dem Eiſe ließ, veränderte. Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende:

Zahl der angestellten Versuche.	Zeit, wie lange das heiße Wasser auf dem Eise stand.	Temperatur des heissen Wassers, da es auf das Eis gegossen wurde.	Temperatur des Wassers 1 Zoll unter seiner Oberfläche zu Ende des Versuchs.	Menge des geschmolzenen Eises.
	Minuten.			Gran.
No. 19.	1	186°	nicht beobachtet.	1632
No. 20.	3¼	185°	nicht beobachtet.	1824
No. 21.	15	184°	170°	1757
No. 22.	60	186°	140°	2573

Aus den Resultaten dieser Versuche erhellet sehr klar, daß eine beträchtliche Menge des geschmolzenen Eises, schon beym Anfange der Versuche schmolz, während das heisse Wasser in das Gefäß gegossen wurde, welches gewöhnlich ohngefähr 1 Minute dauerte; und die verschiedenen Resultate der Versuche, vorzüglich der drey erstern, zeigten offenbar, daß die Menge des geschmolzenen Eises bey den verschiedenen Versuchen auch verschieden war. — Ich hatte wirklich vorausgesehen, daß dieses der Fall seyn würde; deswegen hatte ich eben die Oberfläche des Eises mit einem runden Stücke von starkem Papier bedeckt, und sahe mich immer vor, daß ich das Wasser ganz behutsam in das Gefäß goß: allein ich fand demohngeachtet, daß alle diese Vorsichtsregeln nicht hinreichten, sehr beträchtliche Unregel-

mäßigkeiten in den Versuchen zu vermeiden. Da ich Ursache hatte zu vermuthen, daß die Bewegung der Masse des heissen Wassers, die die Wegnahme des Papiers womit ich das Eis bedeckt hatte, unvermeidlich bewirkte, der vorzüglichste Grund jener Unregelmäßigkeiten sey, so nahm ich meine Zuflucht zu einer andern, bessern Vorrichtung.

Ich ließ mir einen flachen Teller, von leichtem Holz, $\frac{1}{2}$ Zoll tief, $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und gegen $\frac{1}{4}$ Zoll im Boden dick, verfertigen, bohrte eine große Menge ganz kleiner Löcher durch den Boden, so daß er einem Siebe glich. Dieser durchbohrte hölzerne Teller wurde vorher ganz eiskalt gemacht, dann in das Gefäß auf die Eis-Oberfläche gelegt, und das heisse Wasser auf den Teller durch eine lange hölzerne Röhre gegossen. Da nun dieser durchbohrte Teller schwamm und folglich beständig auf der Oberfläche des Wassers blieb; da ferner das Wasser, indem es durch eine so große Zahl (mehrere hundert) kleine Löcher lief, nicht mit Heftigkeit niederströmte, so ist es klar, daß durch diese einfache Vorrichtung jene heftigen Bewegungen der Wasser-Masse, — die vorher, sobald das heisse Wasser auf das Eis gegossen wurde, durch die Wegnahme des Papiers von der Eis-Oberfläche, statt hatten, — größtentheils vermieden wurden.

Damit

Damit nun ferner das Wasser, welches jetzt durch die hölzerne Röhre (deren Oeffnung gegen $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte) gegossen wurde, nicht senkrecht und mit Heftigkeit auf den Boden des Tellers stürzen möchte, so wurde das untere Ende der Röhre mit einem guten Kork-Stöpsel verstopft, und das Wasser drang nun aus einer Menge kleiner Löcher, die unten in die Seitenwände der Röhre gebohrt waren, horizontal heraus.

Sobald alles heisse Wasser in das Gefäß gegossen war, so wurde der durchlöcherte Teller behutsam weggenommen, und das Gefäß mit einem hölzernen Deckel bedeckt, durch dessen Mitte ein kleines Queckſilber-Thermometer herabhing.

Die Wirkungen, die durch diese neue mechanische Vorrichtung hervorgebracht wurden, werden sich aus der Vorgleichung der zwey folgenden Versuche, mit den kürzlich oben erwähnten ergeben.

Zahl der angestellten Versuche.	Zeit welche das heisse Wasser auf dem Eise blieb.	Temperatur des heissen Wassers.		Menge des geschmolzenen Eises.
		Zu Anfang.	Zu Ende.	
	Minuten.			Gran.
No. 23.	1	196°	196°	423
No. 24.	3	190°	188°	703

Um die Unregelmäßigkeiten, die durch die innere Bewegung der Wassermasse, indem man es in das Gefäß goß, entstanden, (und die mehr oder weniger die Resultate der Versuche veränderten) noch mehr zu vermeiden, so machte ich folgende Vorrichtung.

Ich füllte eine kleine Phiole, die $8\frac{1}{2}$ Cub. Zoll faßte, mit eiskaltem Wasser an, und goß sie dann in dem Gefäße aus, wodurch die Eis-Oberfläche 0,478 Zoll hoch bedeckt wurde. — Nun legte ich den durchbohrten hölzernen Teller, der wieder eiskalt war, auf die Oberfläche des eiskalten Wassers (anstatt daß ich ihn vorher gleich auf das Eis gelegt hatte,) und goß nun das heisse Wasser darüber.

Die Resultate der folgenden Versuche zeigen, daß diese Vorrichtung sehr viel dazu beytrug, die scheinbaren Unregelmäßigkeiten der Versuche zu vermindern.

Die Temperatur der Luft in der Stube, worinne diese Versuche angestellt wurden, betrug 41°.

Zahl der angestellten Versuche.	Zeit welche das heisse Wasser auf dem Eise blieb.	Temperatur des heissen Wassers einen Zoll unter seiner Oberfläche.		Menge des geschmolzenen Eises.
		Zu Anfang.	Am Ende.	
	Minuten.			Gran.
No. 25.	10	192°	182°	580
No. 26.	30	190°	165°	914
No. 27.	180	190°	95	3200

Aus

Aus den Resultaten dieser drey letztern Versuche können wir nun mit einem ziemlich großen Grade von Gewißheit bestimmen, wie viel Eis während dem Eingießen des Wassers geschmolzen wurde, und folglich auch den Theil, der in dem ordentlichen Laufe des Versuchs geschmolzen wurde; vorausgesetzt, daß gleiche Quantitäten in gleichen Zeiten schmolzen.

Da in dem Versuche No. 27. 3200 Gran in 180 Minuten, und in dem Versuche No. 25. 580 Gr. in 10 Minuten schmolzen, so können wir sicher schließen, daß bey dem Versuche No. 27. die nemliche Menge in derselben Zeit (10 Minuten) geschmolzen seyn muß; wenn wir nun von 3200 Gr. — d. i. die Menge, die in 180 Minuten in diesem letzten Versuche schmolz — 580 Gr. für die Quantität, welche in den ersten 10 Minuten schmolz, abrechnen, so bleibt 2620 Gr. für die Quantität, die in den folgenden 170 Minuten schmolzen; da wir annehmen können (indem die Bewegung die durch das Einschütten des Wassers entstanden, aufhörten) daß der Proceß des Eisschmelzens ganz regelmäßig vor sich gegangen war.

Wenn nun aber bey dem regelmäßigen Gange des Versuchs, nicht mehr als 2620 Gr. in 170 Minuten

nuten ſchmolzen, ſo iſt klar, daß nicht mehr als 154 Gran bey dem ordentlichen Gang des Verſuchs in 10 Minuten geſchmolzen werden konnten; denn

170 Min.: 2620 Gr. = 10 Min.: 154 Gr.

Ziehen wir daher von 580 Gr. (als der Quantität des Eiſes, die bey dem 25ſten Verſuche in 10 Minuten wirklich geſchmolzen war) 154 Gran ab, ſo bleibt 426 für die Menge Eis, die während dem Eingießen des Waſſers in das Gefäß geſchmolzen wurden.

Wir wollen nun ſehen, in wie ferne dieſes mit dem Reſultate des 26. Verſuchs übereinſtimmt. In jenem Verſuche ſchmolzen 914 Gran Eis in 30 Minuten. Ziehen wir von dieſer Menge 426 Gr. ab (als die Menge die zufolge der vorhergehenden Rechnung bey dem Eingießen des Waſſers in das Gefäß geſchmolzen ſeyn muß) ſo bleibt 478 Gran für die Menge, die bey dem ordentlichen Verlaufe des Schmelz-Proceßes in 30 Minuten ſchmolz; welches 159 Gran für die Menge, die in 10 Minuten ſchmolz, giebt; dieſes differirt ſehr wenig von dem Reſultate der obigen Rechnung, wonach wir 154 Gr. erhielten. So klein dieſe Differenz auch iſt, ſo iſt ſie doch hinlänglich eine wichtige Thatſache zu beweiſen, nemlich daß die Wirkungen, die durch die Bewegung, welche das heiſſe Waſſer durch das Eingießen in

das

das Gefäß versetzt worden war, noch nicht ganz nach 10 Minuten, oder am Ende des 25. Versuches, aufgehört hatten. Wir werden uns daher der Wahrheit mehr nähern, wenn wir bey unsern Bemühungen, um die Menge des geschmolzenen Eises in einer gegebenen Zeit während des ordentlichen Verlaufs der Versuche, zu entdecken, unsere Rechnung auf die Resultate der beyden Versuche von No. 26. und No. 27. gründen.

Bey dem letztern Versuche (No. 27.) schmolzen 3200 Gran Eis in 180 Minuten, und in dem vorhergehenden (No. 26.) schmolzen 914 Gran in 30 Minuten. Ziehen wir daher von 3200 Gr. (als der Menge, die in 180 Min. schmolz) die Menge die in den ersten 30 Min. schmolz, = 914 Gr. ab, so bleiben 2286 Gr. für die Menge, die in den folgenden 150 Minuten schmolz, übrig, und dieses giebt 152 Gr. für die Menge, des in 10 Minuten geschmolzenen Eises. Nach der obigen Rechnung betrug letzteres 154 Gran.

Wenn die Menge des geschmolzenen Eises bey dem regelmäßigen Laufe dieses Processes in 10 Minuten 152 Gr. beträgt, so mußten auf diese Art dreymal so viel, oder nur 456 Gr. in den 30 Min.

so

ſo lange der 26. Verſuch dauerte, geſchmolzen ſeyn. Ziehen wir dieſe 456 Gr. von den 914 Gr. ab, die wirklich in jenem Verſuche ſchmolzen, ſo zeigt der Reſt, der 458 Gr. beträgt, wie viel Eis ſchmolz, während daß man heiß Waſſer darauf goß, oder zufolge der Bewegungen, die in dem Waſſer durch die Ausführung jener Verſuche hervorgebracht wurden. Nach der vorigen Berechnung betrug es 426 Gran.

Nach dem Reſultate dieſer Rechnungen glaube ich können wir mit Sicherheit ſchließen, daß bey dem ordentlichen Verlaufe der Verſuche das heiſſe Waſſer in 10 Minuten nicht mehr als 152 Gr. Eis ſchmolz.

Jetzt will ich nun mehrere Verſuche anführen, wobey das Waſſer, das das Eis ſchmelzen ſollte, ſich in einer weit geringern Temperatur befand.

Nachdem ich den Reſt des Eiſes, der noch ungeſchmolzen auf dem Boden des Gefäßes lag, herausgethan hatte, ſo goß ich von neuem eine beſtimmte Menge Waſſer in das Gefäß, ſetzte es dann wieder in eine froſterregende Miſchung, wodurch ich bewirkte, daß das Waſſer, welches das Gefäß bis

zu 4 Zoll hoch anfüllte, ſich bald in eine feſte Eismaſſe verwandelte. Jetzt ſetzte ich das Gefäß auf einen flachen irdenen Teller, umringte es bis zum Niveau der Oberfläche des Eiskuchens mit einer Miſchung von Schnee und Waſſer (m. ſ. Taf. 2.) ſtellte es dann in ein Zimmer welches ſeit mehreren Monaten nicht geheizt worden war, (die Temperatur der Luft war 41°) und ließ es da 2 Stunden ruhig ſtehen, damit das Eis die Temperatur von 32° bekäme.

Da dieſes geſchehen war, ſo nahm ich das Gefäß von dem irdenen Teller weg, trocknete es mit einem kalten Handtuche ab, wog es mit dem Eiſe zuſammen ganz genau, ſtellte es dann wieder auf den irdenen Teller, und umgab es bis zum Niveau der Oberfläche des Eiskuchens mit Schnee und Waſſer, wie zuvor.

Nun goß ich 73¼ Unz. Apoth. Gew. (= 15,160 Gr.) Waſſer, in der Temperatur von 41°, in das Gefäß, welches das Eis eben ſo hoch, wie bey den vorigen Verſuchen bedeckte, — nemlich bis auf 8 Zoll, und nachdem ich das Waſſer eine beſtimmte Anzahl Minuten auf dem Eiſe hatte ſtehen laſſen, ſo goß ich es dann ab, trocknete das Gefäß von

auſſen

auſſen ab, und wog es, um die Menge des geſchmolzenen Eiſes zu beſtimmen.

Beym Hineinſchütten des kalten Waſſers in das Gefäß gebrauchte ich dieſelbe Vorſicht wie oben, indem ich es durch die hölzerne Röhre erſt auf den durchlöcherten hölzernen Teller goß.

Die folgende Tabelle zeigt die Reſultate von 6 Verſuchen an, die an einem Tage (19. März 1797.) mit der äuſſerſten Sorgfalt nach der Ordnung wie die Nummern folgen, angeſtellt wurden:

Zahl der angeſtellten Verſuche.	Temperatur des Waſſers in dem Gefäße 1 Zoll unter ſeiner Oberfläche.		Temperatur der Luft.	Zeit, da das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Menge des geſchmolzenen Eiſes.
	Zu Anfang des Verſuchs	Am Ende des Verſuch.			
				Minuten	Gran.
No. 28.	41°	40°	41°	10	203
No. 29	41°	40°	41°	10	220
No. 30.	41°	40°	41°	10	237
No. 31.	41°	40°	41°	10	228
No. 32.	41°	38°	41°	30	617
No. 33.	41°	38°	41°	30	585

Die Uebereinſtimmung in den Reſultaten dieſer Verſuche iſt eben ſo auſſerordentlich, als die überraſchende Thatſache, die ſie beweiſen, nemlich daß kochend

kochend heisses Wasser wenn es ganz ruhig auf der Oberfläche des Eises steht nicht mehr Eis schmolz, als Wasser in der Temperatur von 41° — oder nur 9 Grad über dem Gefrierpunkte. Ja man hat sogar Ursache zu schließen, daß es selbst nicht einmal so viel Eis schmelzet; — und dieser noch merkwürdigere Umstand kann, wie ich glaube, auf eine befriedigende Art erklärt werden, sobald man voraussetzt, (obgleich man es nicht länger als bloße Voraussetzung betrachten sollte) daß Wasser ein Nichtleiter der Wärme ist.

Es erhellet aus den Resultaten der Versuche mit heissem Wasser angestellt, daß bey dem ordentlichen Fortgange des Schmelz-Processes die Menge des geschmolzenen Eises in 10 Minuten nicht mehr, als 152 Gran betrug: — allein bey diesen Versuchen mit kaltem Wasser, betrug die Menge des geschmolzenen Eises in derselben Zeit nie weniger als 203 Gr. Nimmt man nun das Mittel aus 4 Versuchen, so beträgt es 222 Gran.

Doch es findet sich noch ein Umstand in Betreff dieser Versuche mit kaltem Wasser, der nothwendig erst untersucht werden muß, ehe die erwähnten Resultate als gültige Zeugen bey dem wichtigen, oben erwähnten Falle gelten können.

Bey

Bey den Versuchen, die oben mit heissem Wasser angestellt wurden, fanden wir, daß ein beträchtlicher Theil des geschmolzenen Eises, durch die Bewegungen, in welche das Wasser durch das Hineinschütten in das Gefäß versetzt wurde, geschmolzen war; ferner war die Wirkung dieser Bewegungen länger bemerkbar, als die meisten Versuche mit kaltem Wasser dauerten. Könnten daher nicht die Resultate aus den Versuchen mit kaltem Wasser, durch eben diese Ursache gestört worden seyn? Dies will ich versuchen jetzt auszumachen.

Bey dem 32. Versuche schmolzen 617 Gran Eis in 30 Minuten, und bey dem 33. Versuche schmolzen 585 Gran in derselben Zeit; nehmen wir hieraus das Mittel, so erhellet, daß 601 Gr. in 30 Minuten geschmolzen wurden. Ziehen wir nun von dieser Menge die 222 Gran ab, die nach dem mittlern Resultate der 4 noch vorhergehenden Versuche in 10 Minuten geschmolzen wurden, so bleibt an 379 Gran für die Menge, die in den letzten 20 Minuten der beyden Versuche schmolzen, übrig; die Hälfte dieser Summe, oder 189½ Gran müßten daher in 10 Minuten bey dem regelmäßigen Fortgange des Processes geschmolzen seyn.

Ob-

Obgleich diese Summe von 189½ Gr. geringer als die Summe der Menge, die in den Versuchen von 10 Minuten, wirklich geschmolzen wurden, war, so ist sie doch beträchtlich grösser als die 152 Gran oder die Menge des Eises, die bey dem regelmäßigen Verlaufe des Processes in den Versuchen mit heissem Wasser in derselben Zeit schmolzen; folglich ist die wichtige Frage, zu deren Entscheidung jene Versuche angestellt wurden, — wie ich glaube behaupten zu dürfen — entschieden.

Allein, so entscheidend das Resultat dieser Versuche mir auch zu seyn schien, so war mein Interesse an diesem Gegenstande doch zu groß, um meine Untersuchungen hier ganz zu beendigen.

Da ich bey den Resultaten beyder Versuche, sowohl mit kaltem als mit warmen Wasser gefunden hatte, daß doch eine beträchtliche Menge Eis durch das Hineinschütten des Wassers in das Gefäß, wodurch wellenförmige Bewegungen entstanden, aller meiner Bemühung ohngeachtet geschmolzen war, so verdoppelte ich nun noch meine Aufmerksamkeit und Vorsicht gegen jene Quellen des Irrthums und der Ungewißheit. —

Bey den Verſuchen ſowohl, wobey ich Waſſer in der Temperatur von 41° brauchte, als auch bey den andern, die ich mit kochend-heiſſem Waſſer anſtellte, bedeckte ich die Oberfläche des Eiſes zuerſt 0,956 Zoll hoch mit eiskaltem Waſſer, ehe ich das übrige Waſſer in das Gefäß goß. — Bey den vorhergehenden Verſuchen hatte ich die Eis-Oberfläche nur dann mit eiskaltem Waſſer bedeckt, wenn ich die Verſuche mit kochendem Waſſer anſtellte, und ſelbſt dann hatte ich nur die Hälfte ſo viel kaltes Waſſer vorher aufgegoſſen, als ich jetzt brauchte. —

Jetzt goß ich das Waſſer auch noch in einem feinern Strahle in das Gefäß, indem ich 3 Minuten brauchte, um es bis 8 Zoll über die Oberfläche des Eiſes anzufüllen; zugleich ſuchte ich den Einfluß der Temperatur der Luft auf die Reſultate der Verſuche auszumitteln, ſo wie auch den Einfluß der daraus entſtände, daß man das Gefäß mit einer warmen Hülle umgebe.

Ich brauchte daſſelbe Gefäß bey allen Verſuchen, ſtellte es immer auf denſelben irdenen Teller, und umgab es bis zum Niveau der Eis-Oberfläche mit Schnee. — Das regelmäßige Glasgefäß bildete beynahe einen vollkommenen Cylinder, und war

daher

daher vorzüglich zu dem Gebrauche geeignet, wozu ich es beſtimmte.

Bey jedem der drey erſtern Verſuche, die in der folgenden Tabelle aufgezeichnet ſind, wurde das Gefäß mit einer warmen Hülle von Baumwolle umgeben. Dieſe Hülle (gegen 1 Zoll dick) reichte von der Oberfläche des ſchmelzenden Schnee's, worinne das Gefäß ſtand, bis an das Ende des Gefäßes. Die Oeffnung deſſelben war zuerſt mit einem hölzernen Deckel bedeckt (aus deſſen Mitte ein Thermometer, wovon die Kugel einen Zoll unter die Oberfläche des Waſſers reichte, herabhieng) und dann war über die Oberfläche dieſes Deckels noch eine dicke Hülle von Baumwolle gezogen.

Bey allen Verſuchen der folgenden Tabelle (die drey erſtern ausgenommen) wurde das Gefäß ohne Bedeckung der Luft ausgeſetzt, ausgenommen der untere Theil davon, der, wie ich ſchon mehr als einmal bemerkt habe, immer ſo hoch als das Eis in dem Gefäße ſtand, von auſſen mit Schnee oder geſtoßenem Eiſe und Waſſer bedeckt war.

Bey den beyden Verſuchen No. 37. und 38. die mit Sternchen bezeichnet ſind, wurde die Oberfläche

des

des Eises nur 0,478 Zoll hoch mit eiskaltem Wasser bedeckt; — bey den übrigen Versuchen hingegen war es 0,956 Zoll hoch bedeckt.

Zahl der angestellten Versuche.	Temperatur des Wassers in dem Gefäß 1 Zoll unter seiner Oberfläche.		Temperatur der Luft.	Zeit, welche das Wasser auf dem Eise blieb.	Menge des geschmolzenen Eises.
	Zu Anfang der Versuche.	Am Ende der Versuche.			
				Minuten	Gran.
No. 34.	188°	179°	41°	30	634
No. 35.	189°	189°	41°	30	747
No. 36.	190°	147°	41°	180	3963
No. 37.	41°	38°	41°	30	592*
No. 38.	41°	43°	61°	30	676*
No. 39.	186°	157°	61°	30	559
No. 40.	188°	156°	61°	30	575
No. 41.	190°	156°	61°	30	542
No. 42.	41°	43°	61°	30	573
No. 43.	42°	44°	61°	30	575
No. 44.	42°	35°	61°	120	2151

Die Resultate dieser Versuche bieten nun Stoff zu manchen merkwürdigen Forschungen dar; allein ich will mich jetzt bloß auf zwey oder drey Beobachtungen beschränken.

Zuerst ist es bemerkungswerth, daß obgleich in den Versuchen No. 34. und 35. jeder von 30 Min. Dauer, beträchtlich weniger Eis geschmolzen wurde als bey dem Versuche No. 26. der doch dieselbe

ſelbe Zeit dauerte; ſo wurde doch in dem Verſuche No. 36., von 180 Min. mehr Eis geſchmolzen, als in dem Verſuche No. 27., der eben ſo lange dauerte. Dieſe Verſchiedenheit in den zwey letzten Verſuchen ſoll noch ſpäter erklärt werden.

Was die Verſchiedenheit in den Reſultaten der Verſuche von 30 Min. betrift, ſo iſt da kein Zweifel, daß es der Vorſicht, die man bey den letztern Verſuche anwendete, um die heftigen Bewegungen die durch das Hineinſchütten des Waſſers in das Gefäß entſtanden, zuzuſchreiben iſt, daß bey den Verſuchen No. 34. und No. 35. weniger Eis geſchmolzen wurde, als bey dem Verſuche No. 26.

Zweytens ſcheint in derſelben Zeit mehr Eis bey den Verſuchen geſchmolzen zu ſeyn, wo das Gefäß mit warmen Hüllen umgeben war, als bey jenen Verſuchen, wo es ganz unbedeckt der Stubenluft ausgeſetzt war. — Der Unterſchied iſt ſogar beträchtlich. Die Menge, die in 30 Minuten bey dem bedeckten Gefäße ſchmolz, giebt als Mittelzahl der beyden Verſuche (No. 34. und No. 35.) 690½ Gr.; hingegen beym unbedeckten Gefäß, iſt die Mittelzahl von drey Verſuchen (No. 39., No. 40. und No. 41.) nur 558⅔ Gran.

Drittens. Die Menge des geſchmolzenen Eiſes war unter gleichen Umſtänden — das heißt, bey unbedecktem Gefäß — offenbar größer, bey der Temperatur des Waſſers von 41°, als wenn es beynahe kochend heiß war. Bey dem Verſuche No. 41. wo das Waſſer, das auf das Eis gegoſſen wurde, 190° Temperatur hatte, wurden in 30 Minuten nur 542 Gran Eis geſchmolzen; da hingegen bey dem folgenden Verſuche, (No. 42.) wo das Waſſer nur 41° war, folglich 149 Gr. kälter, 573 Gr. in derſelben Zeit geſchmolzen wurden.

Da ich gefunden hatte, daß das Umgeben des Gefäßes mit einer dicken und warmen Hülle bewirkte, daß das heiſſe Waſſer dann mehr Eis ſchmolz, ſo war ich nun begierig zu ſehen, welche Wirkungen dadurch hervorgebracht würden, daß ich das Gefäß über und über in eine Miſchung von Schnee und Waſſer ſteckte, anſtatt daß ich vorher nur die Stelle, wo der Eiskuchen lag, mit einer kalten Miſchung umgeben hatte.

Ferner war ich begierig auszumitteln — und wo möglich zu gleicher Zeit — ob Waſſer, bey einer etwas höhern Temperatur, als der, wobey es aufhört, durch Kälte verdichtet zu werden, in einer beſtimm-

beſtimmten Zeit nicht mehr Eis ſchmelzen würde, als eine gleiche Menge dieſer Flüſſigkeit, die entweder kälter oder viel heiſſer wäre. Das Reſultat des 43. Verſuchs zeigte mir — was man ſchon durch eine ſimple Berechnung ausgefunden hätte — daß, wenn die Temperatur des Waſſers nur wenige Grade über den Gefrierpunkt beträgt, (indem die Tiefe oder Menge des Waſſers nicht beträchtlich iſt) ſo wird es bald ſo ſehr abgekühlt, daß dadurch der Proceß des Eisſchmelzens merklich verzögert wird: und was das heiſſe Waſſer betrift, ſo überzeugte mich die mehrere Menge Eis, die bey dem Einhüllen des Gefäßes ſchmolz, daß die wahre Urſache die verhinderte, daß das heiſſe Waſſer bey meinen Verſuchen nicht ſo viel Eis ſchmolz als das kalte, in den Hinderniſſen des Schmelz-Proceſſes des Eiſes lägen, die von den niederſinkenden Strömen herkamen, welche in dem heiſſen Waſſer dadurch entſtanden, daß es durch die Luft auf ſeiner Oberfläche, und dann an den Seitenwänden des Gefäßes abgekühlt wurde.

Da dieſe niederſteigenden Ströme in der Schicht, wo die beſtändige Temperatur 40° iſt, mit den kalten Strömungen, die von der Oberfläche des Eiſes aufwärts ſtiegen, zuſammentrafen, ſo ſcheint es wahrſchein-

ſcheinlich zu ſeyn, daß die aufſteigenden Ströme, von deren Bewegung das Schmelzen des Eiſes abhängt, durch dieſes Zuſammentreffen gehemmt wurden. — Da ich nun das Abkühlen des Waſſers von oben, durch Einhüllung des Gefäßes in warme Stoffe verhinderte, ſo wurde dadurch folglich die Geſchwindigkeit der herabſinkenden Ströme vermindert; aber ſobald dieſes geſchahe, ſo zeigten auch die Reſultate des Verſuchs, daß das Schmelzen des Eiſes nun ſchneller von ſtatten gieng.

Da das Gefäß entblößt da ſtand, wo ſich denn das heiſſe Waſſer ſchneller abkühlen konnte, und folglich die Bewegungen der niederſteigenden Ströme dann heftiger waren, ſo ſchmolzen in 30 Min. nicht mehr als gegen 542, oder höchſtens 575 Gran, hingegen bey der Einhüllung des Gefäßes ſchmolzen in derſelben Zeit 634 Gr. und bey dem andern Verſuche (No. 35.) 747 Gran.

Sollte das Eintauchen des Gefäßes in eine kalte Miſchung von Schnee und Waſſer nicht ohne Zweifel das Erkalten des heiſſen Waſſers in dem Gefäße, und folglich eben ſo die Geſchwindigkeit der niederſteigenden Ströme beſchleunigen, wodurch denn das Aufſteigen der verkälteten Ströme von der Eis-Oberfläche gehemmt, und weniger Eis geſchmolzen würde?

würde? — Dieſes ſollen die folgenden Verſuche, (verglichen mit den Reſultaten der Verſuche von No. 39. 40. und 41.) zeigen.

Zahl der angeſtellten Verſuche.	Temperatur des Waſſers in dem Gefäß 1 Zoll unter ſeiner Oberfläche. Zu Anfang des Verſuchs	Am Ende des Verſuchs	Temperatur der kalten Miſchung in welche das Gefäß über und über geſtellt wurde.	Zeit, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Menge des geſchmolzenen Eiſes.
				Minuten	Gran.
No. 45.	188°	68°	52°	30	406
No. 46.	186°	67°	52°	30	440
No. 47.	189°	68°	52°	30	432
No. 48.	187°	67°	52°	30	555
No. 49.	188°	68°	52°	30	364
Total-Menge des Eiſes, das in d. 5. Verſ. ſchmolz,					1997

	Gran.
Mittlere Zahl, des durch das heiſſe Waſſer geſchmolzenen Eiſes, da das Gefäß ganz in Schnee und Waſſer geſetzt wurde	399⅗
Mittlere Zahl der Menge, die in den Verſuchen No. 26. und 27. durch heiſſes Waſſer in 30 Minuten geſchmolzen wurden, da das Gefäß in einer Luft-Temperatur von 41° ſtand .	456
Mittlere Zahl der Eismenge, die in den 3 Verſuchen No. 39. 40. und 41. durch heiſſes Waſſer in 30 Minuten geſchmolzen wurde, da das Gefäß in einer Lufttemperatur von 61° ſtand	558⅗
Mittlere Zahl der Eismenge, die in den beyden Verſuchen No. 34. und No. 35. durch heiſſes Waſſer in 30 Minuten geſchmolzen wurde, da das Gefäß über und über mit einer dicken und warmen Hülle von Baumwolle umgeben war	690½

Da alle dieſe Verſuche auf dieſelbe Art, mit derſelben Sorgfalt angeſtellt wurden, und nur in Hinſicht der Art, wie die Auſſenſeite des Gefäßes umgeben oder bedeckt war, von einander abwichen, ſo zeigen ihre Reſultate die Wirkungen, die durch jene Verſchiedenheiten hervorgebracht wurden.

Ich hätte vielleicht auf die Vermuthung kommen können, daß die gröſſere Menge Eis, die durch das Zuſammenhalten der Wärme im Waſſer auf die längſtmöglichſte Art geſchmolzen wurde, nicht dadurch, ſondern ganz, oder gröſtentheils durch die Wärme, die ſich durch Hülfe des Glaſes dem Eiſe niederwärts mitgetheilt hätte, geſchmolzen wäre; daß dieſes aber nicht der Fall ſeyn konnte, bewieß nicht nur die einmal begründete Art, wie das Eis immer geſchmolzen wurde, ſondern erhellete auch aus den Reſultaten ähnlicher Verſuche, die mit viel kälterm Waſſer angeſtellt wurden. —

Wäre das Eis durch die mitgetheilte Wärme vom Glaſe geſchmolzen, ſo müßte dieſes gerade an den Seitenflächen des Eiskuchens, wo er das Glas berührte, geſchehen ſeyn; allein ich fand nie, daß dieſes der Fall geweſen war.

Die Reſultate der folgenden Verſuche werden beweiſen — wie man leicht hätte vorausſehen können — daß die Temperatur des Medium's, womit der obere Theil des Gefäßes umgeben wurde, die Reſultate der Verſuche nicht immer in demſelben Grade verändert — ja nicht einmal immer auf dieſelbe Art — bey verſchiedenen Verſuchen, wobey die Temperatur des Waſſers in dem Gefäße ſehr verſchieden iſt.

Zur leichtern Vergleichung der folgenden Verſuche, mit den ihnen ähnlichen vorhergehenden, will ich ſie nebeneinander ſtellen.

Zahl der angeſtellten Verſuche.	Temperatur des Waſſers in dem Gefäß 1 Zoll unter ſeiner Oberfläche.		Temperatur des Mediums womit der obere Theil des Gefäßes umgeben war.	Zeit welche das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Menge des geſchmolzenen Eiſes.
	Zu Anfang der Verſuche.	Am Ende der Verſuche.			
				Minuten	Gran.
No. 30.	41°	36°	32°	30	542
No. 37.	41°	38°	41°	30	592
No. 42.	41°	43°	61°	30	576

Gewiß iſt es ſehr merkwürdig, daß ſo viel Eis durch Waſſer von 41° Temperatur, wobey das Gefäß, worinne es enthalten war, mit einer kalten Miſchung

ſchung von geſtoßenem Eiſe und Waſſer umgeben war, mehr geſchmolzen werden ſollte, als durch eine gleiche Menge ſiedend-heiſſes Waſſer unter denſelben Umſtänden. Bey dem Verſuche No. 50. beträgt die Menge des durch kaltes Waſſer geſchmolzenen Eiſes 542 Gran, da doch das durch ſiedend-heiſſes Waſſer geſchmolzene, noch eine Mittelzahl von 5 Verſuchen (von No. 45. 46. 47. 48. und 49.) nur 399 Gr. war. — Doch ſind die Reſultate der 4 folgenden Verſuche wo möglich noch überraſchender.

Ich ſtellte dieſe folgenden Verſuche mit Waſſer von 61° Temperatur an, wobey die Temperatur der Luft im Zimmer eben auch 61° betrug; in den beyden erſtern Verſuchen wurde das Gefäß ganz in eine Miſchung von Schnee und Waſſer getaucht in den beyden letzten wurde nur der untere Theil des Gefäßes wieder bis zum Niveau der Oberfläche des Eiskuchens mit derſelben kältenden Miſchung umgeben, indeß der obere Theil bloß der Stubenluft ausgeſetzt blieb.

Auch bey jedem dieſer Verſuche wurde (ſo wie bey den vorhergehenden) ehe das Waſſer in das Gefäß gegoſſen wurde die Oberfläche des Eiſes bis zur Höhe von 0,956 Zoll mit eiskaltem Waſſer bedeckt,

bedeckt, um nemlich das Eis deſto kräftiger gegen die temporären Bewegungen des Waſſers, in welche es durch das Eingießen unvermeidlich verſetzt wurde, zu ſchützen. Dieſelbe Quantität Waſſer (73¾ Unz. Apoth. Gewicht) oder ſo viel hinlänglich war, um das Gefäß 8 Zoll hoch anzufüllen, wurde bey allen Verſuchen genommen.

Zahl der angeſtellten Verſuche.	Temperatur des Waſſers im Gefäß 1 Zoll unter der Oberfläche.		Temperatur des Mediums womit der obere Theil des Gefäßes umgeben wurde.	Zeit die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Menge des geſchmolzenen Eiſes.
	Zu Anfang des Verſuchs	Am Ende des Verſuchs			
				Minuten	Gran.
No. 51.	61°	49°	52°	30	660
No. 52.	61°	50°	52°	30	662
No. 53.	61°	60°	61°	30	642
No. 52.	61°	60°	61°	30	660

Die Merkwürdigkeit dieſer Verſuche beſteht nicht bloß in der ſehr kleinen Differenz der geſchmolzenen Eismenge, welches durch das Abkühlen der Seitenwände des Gefäßes erfolgte, ſondern auch, und hauptſächlich darinn, daß die obige Differenz den Wirkungen der auf ähnliche Art mit heiſſem Waſſer angeſtellten Verſuche geradezu entgegen ſtrebet. Es ſchmolz mehr Eis da die Auſſenſeite des Gefäßes

eiskalt

eiskalt war, (Verſ. No. 51. und 52.) als da ſie von der Stubenluft von 61° Temperatur umgeben war.

Alle dieſe Erſcheinungen können, wie ich glaube, befriedigend aus den Grundſätzen erläutert werden, die wir über die Art, wie ſich die Wärme in Flüſſigkeiten fortpflanzt, angenommen haben; allein ohne uns jetzt zu ſehr in dieſe ſchwierigen Speculationen zu vertiefen, wollen wir mit einem Rückblick alle unſere vorhergehenden Verſuche überſchauen, und die allgemeinen Reſultate, die ſich daraus ableiten laſſen, zuſammenſtellen.

Unter den Verſuchen, in welchen die gröſste Menge Eis durch heiſſes Waſſer geſchmolzen wurde, findet ſich vorzüglich No. 36. wo 3963 Gr. in 3 Stunden, oder 180 Minuten geſchmolzen wurden. Ziehen wir nun von dieſer Menge die andere ab, die zufolge der beyden vorhergehenden Verſuche, in den erſten 30 Min. geſchmolzen ſeyn muß, nemlich 690½ Gr., ſo bleibt 3272½ Gr. für die Menge, die in den letzten 150 Min. ſchmolz; welches 654½ Gr. für die Menge, die in 30 Minuten bey dem ordentlichen Laufe des Verſuches ſchmolz, giebt.

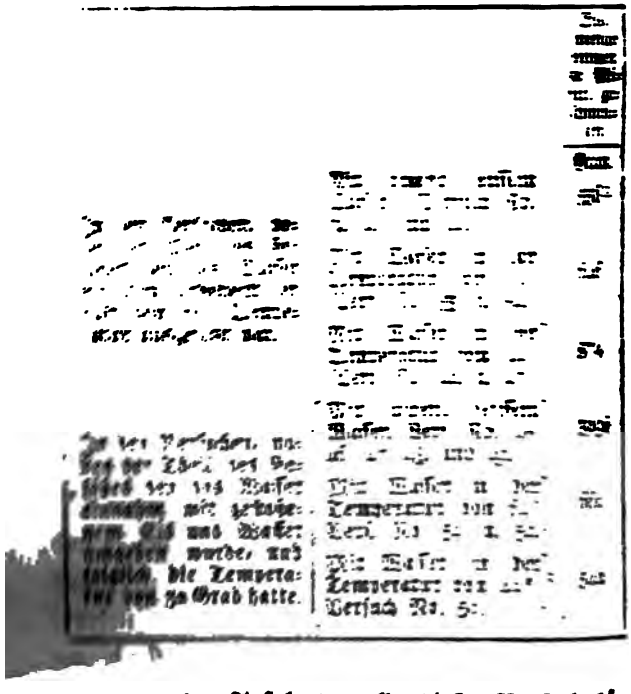
Dieſe Menge, 654½ Gran, abgezogen von derjenigen, die nach einer Mittelzahl von 2 Verſuchen

(von

(von No. 34. und 35.) in 30 Min. wirklich geschmolzen wurde, nemlich 690½ Gr. — läßt zum Rest: 36 Gr., für die Menge, die in diesen beyden Versuchen als Folge der temporären Bewegungen, welches das heisse Wasser durch das Schütten in das Gefäß, erlitt, schmolzen. — Der Unterschied unter diesen beyden Mengen (= 36 Gran) ist sehr unbeträchtlich, und zeigt, daß die angewandten Mittel, um die Wirkungen, die durch jene Bewegungen hervorgebracht wurden, zu schwächen, sehr entsprechend gewesen waren.

Da die Resultate der drey Versuche No. 34. 35. und 36. ausserordentlich regelmäßig, und befriedigend waren, — ferner da die Wärme des Wassers durch die warme Hülle, die das Gefäß umgab, so vollkommen beysammen gehalten worden war, und der Proceß des Eisschmelzens solch eine lange Zeit (3 Stunden) in dem 36sten Versuche regelmäßig und gleichförmig fortdauerte, so können wir den Schluß wagen, daß wohl nicht mehr Eis durch das siedendheisse Wasser, da es auf demselben stand, geschmolzen werden konnte, als wie es in diesen Versuchen wirklich bewirkt worden war.

Es fand sich daß diese Menge jedesmal für 30 Minuten 654½ Gran betrug. Bey ähnlichen Versuchen



den Resultaten aller dieser Versuche kön-
nen ungezweifelt den Schluß wagen, daß kochend-
heißes Wasser nicht vermögend ist mehr Eis zu
schmelzen, indem es auf seiner Oberfläche ruhet als
eine

ne gleiche Menge Wasser in der Temperatur von 1°; oder wenn es sich nur 9 Grad über dem Gefrierpunkte befindet.

Dieses Factum giebt, wie ich mir schmeichle, den allerunläugbarsten Beweis, daß Wasser ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ist, und daß sich die Wärme darinne nur zufolge der Bewegungen, die sie in den einzelnen, abgesonderten Theilchen des Wassers hervorbringt, fortpflanzt *).

Die Entdeckung dieses Factums läßt uns in ne der merkwürdigsten Theile der Haushaltungskunst der Natur blicken: — aber um uns zu der Betrachtung desselben gehörig vorzubereiten, so halte

*) Die hellen Blicke, die diese Entdeckung uns über die Natur des mechanischen Processes bey chemischen Auflösungen gewährt, sind zu klar, um noch Erläuterungen zu bedürfen; — und wie es mir scheint setzen sie uns in den Stand alle die verschiedenen Erscheinungen der chemischen Verwandschaften und der Vegetation auf eine befriedigende Art zu erklären. Vielleicht können alle Bewegungen der leblosen Körper auf der Oberfläche der Erde auf dieselbe Ursach zurückgeführt werden; — nemlich, auf die nichtleitende Kraft der Flüssigkeiten in Rücksicht auf die Wärme.

ſuchen betrugen die Mittleren unter denen, die mit Waſſer von verſchiedenen Temperaturen angeſtellt wurden, wie folgt:

		Eismenge binnen 60 Minut. geſchmolzen.
		Gran.
In den Verſuchen, wobey der Theil des Gefäßes den das Waſſer einnahm unbedeckt der Luft von 61° Temperatur ausgeſetzt war.	Mit kochend-heiſſem Waſſer, (Verſuch No. 39. 40. und 41.	558½
	Mit Waſſer in der Temperatur von 61° (Verſ. No. 53. u. 54.)	646
	Mit Waſſer in der Temperatur von 41° (Verſ. No. 42. u. 43.)	874
In den Verſuchen, wobey der Theil des Gefäßes den das Waſſer einnahm mit geſtoßenem Eis und Waſſer umgeben wurde, und folglich die Temperatur von 32 Grad hatte.	Mit kochend-heiſſem Waſſer, Verſ. No. 45. 46. 47. 48. und 49.	399½
	Mit Waſſer in der Temperatur von 61° Verſ. No. 51. u. 52.	661
	Mit Waſſer in der Temperatur von 41°. Verſuch No. 50.	542

Nach den Reſultaten aller dieſer Verſuche können wir ungezweifelt den Schluß wagen, daß kochendheiſſes Waſſer nicht vermögend iſt mehr Eis zu ſchmelzen, indem es auf ſeiner Oberfläche ruhet als

eine gleiche Menge Wasser in der Temperatur von 41°; oder wenn es sich nur 9 Grad über dem Gefrierpunkte befindet.

Dieses Factum giebt, wie ich mir schmeichle, den allerunläugbarsten Beweis, daß Wasser ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ist, und daß sich die Wärme darinne nur zufolge der Bewegungen, die sie in den einzelnen, abgesonderten Theilchen des Wassers hervorbringt, fortpflanzt *).

Die Entdeckung dieses Factums läßt uns in eine der merkwürdigsten Theile der Haushaltungskunst der Natur blicken: — aber um uns zu der Betrachtung desselben gehörig vorzubereiten, so halte

*) Die hellen Blicke, die diese Entdeckung uns über die Natur des mechanischen Processes bey chemischen Auflösungen gewährt, sind zu klar, um noch Erläuterungen zu bedürfen; — und wie es mir scheint setzen sie uns in den Stand alle die verschiedenen Erscheinungen der chemischen Verwandschaften und der Vegetation auf eine befriedigende Art zu erklären. Vielleicht können alle Bewegungen der leblosen Körper auf der Oberfläche der Erde auf dieselbe Ursach zurückgeführt werden; — nemlich, auf die nichtleitende Kraft der Flüssigkeiten in Rücksicht auf die Wärme.

ſuchen betrugen die Mittleren unter denen, die mit Waſſer von verſchiedenen Temperaturen angeſtellt wurden, wie folgt:

		Eismenge binnen 20 Minut. geſchmolzen.
		Gran.
In den Verſuchen, wobey der Theil des Gefäßes den das Waſſer einnahm unbedeckt der Luft von 61° Temperatur ausgeſetzt war.	Mit kochend-heiſſem Waſſer, (Verſuch No. 39. 40. und 41.	558½
	Mit Waſſer in der Temperatur von 61° (Verſ. No. 53. u. 54.)	646
	Mit Waſſer in der Temperatur von 41° (Verſ. No. 42. u. 43.)	674
In den Verſuchen, wobey der Theil des Gefäßes den das Waſſer einnahm mit geſtoßenem Eis und Waſſer umgeben wurde, und folglich die Temperatur von 32 Grad hatte.	Mit kochend-heiſſem Waſſer, Verſ. No. 45. 46. 47. 48. und 49.	399½
	Mit Waſſer in der Temperatur von 61° Verſ. No. 51. u. 52.	661
	Mit Waſſer in der Temperatur von 41°. Verſuch No. 50.	542

Nach den Reſultaten aller dieſer Verſuche können wir ungezweifelt den Schluß wagen, daß kochendheiſſes Waſſer nicht vermögend iſt mehr Eis zu ſchmelzen, indem es auf ſeiner Oberfläche ruhet als

eine

eine gleiche Menge Wasser in der Temperatur von 41°; oder wenn es sich nur 9 Grad über dem Gefrierpunkte befindet.

Dieses Factum giebt, wie ich mir schmeichle, den allerunläugbarsten Beweis, daß Wasser ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ist, und daß sich die Wärme darinne nur zufolge der Bewegungen, die sie in den einzelnen, abgesonderten Theilchen des Wassers hervorbringt, fortpflanzt *).

Die Entdeckung dieses Factums läßt uns in eine der merkwürdigsten Theile der Haushaltungskunst der Natur blicken: — aber um uns zu der Betrachtung desselben gehörig vorzubereiten, so halte

*) Die hellen Blicke, die diese Entdeckung uns über die Natur des mechanischen Processes bey chemischen Auflösungen gewährt, sind zu klar, um noch Erläuterungen zu bedürfen; — und wie es mir scheint setzen sie uns in den Stand alle die verschiedenen Erscheinungen der chemischen Verwandschaften und der Vegetation auf eine befriedigende Art zu erklären. Vielleicht können alle Bewegungen der leblosen Körper auf der Oberfläche der Erde auf dieselbe Ursach zurückgeführt werden; — nemlich, auf die nichtleitende Kraft der Flüssigkeiten in Rücksicht auf die Wärme.

halte ich es nicht für überflüſſig, durch Recapitulation deſſen, was bisher über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, und vorzüglich im Waſſer geſagt wurde, alles dieſes von neuem wieder in das Gedächtniß zurückzurufen. Hierzu will ich gelegentlich ſolche Betrachtungen hinzufügen, die zur Aufklärung dieſes verborgenen und ſchweren Gegenſtandes dienen können.

Diejenigen, die in den Geiſt dieſer Unterſuchungen eindringen, werden dieſe Wiederholungen und Erläuterungen keinesweges für überflüſſig oder ermüdend halten.

III. Capitel.

Summarische Wiederhohlung und weitere Untersuchung des Gegenstandes. — Alle Körper ohne Einschränkung werden durch die Kälte verdichtet, bloß das Wasser ausgenommen. — Wundersame Wirkungen die in der Natur zufolge des besondern Gesetzes, bey der Verdichtung des Wassers statt haben. — Diese Ausnahme von einem der ausgebreitetsten Naturgesetze, ist ein scharfer Beweis der planmäßigen Anordnung des Universums; ein Beweis den jeder nachdenkende und dankbare Mensch erkennen wird. — Dieses besondere Gesetz hat nicht statt bey der Verdichtung des Salzwassers. — End-Ursache der Salzigkeit des Meers. — Der Ocean ist wahrscheinlich vom Schöpfer dazu bestimmt, die Wärme auszugleichen. — Er würde dieser Absicht nicht entsprochen haben, wenn sein Wasser süß wäre. — End-Ursache der süßen Land-Seen und Wasser-Flächen unter hohen Graden der Breite. — Nutzen dieser Speculationen.

Die unmittelbare Urſache der Bewegungen in einer Flüſſigkeit, die darinne bey irgend einer Veränderung der Temperatur ſtatt haben, beſteht offenbar in der veränderten ſpecifiſchen Schwere derjenigen Theilchen der Flüſſigkeit, die eher als das übrige Quantum wärmer oder kälter werden; da ferner die ſpecifiſche Schwere einiger Flüſſigkeiten durch eine beſtimmte Veränderung der Temperatur mehr verändert werden, als die ſpecifiſchen Schweren anderer Flüſſigkeiten, ſo entſteht die Frage: ob dieſer Umſtand (unabhängig von der mehr oder weniger vollkommenen Flüſſigkeit des Fluidums) nicht einen merklichen Unterſchied in der wärmeleitenden Kraft der Flüſſigkeiten machen könnte?

Je mehr eine Flüſſigkeit durch eine gegebene Veränderung der Temperatur ausgedehnt wird, um deſto geſchwinder werden die Theilchen, die zuerſt die Wärme empfangen, in die Höhe ſteigen; und da an ihre Stelle ſogleich wieder andere kalte Theilchen treten, die nun in ihrer Reihe erwärmt werden, ſo bewirkt dieſes natürlich eine ſchnelle Mittheilung und Verbreitung der Wärme.

Hingegen, wenn auf der andern Seite, die ſpecifiſche Schwere einer Flüſſigkeit nur wenig durch

einen

einen bestimmten Wechsel der Temperatur verändert wird, so müssen die Bewegungen unter den Theilchen der Flüssigkeit, die durch diesen Wechsel bewirkt werden, träge seyn, und folglich die Mittheilung der Wärme nur langsam vor sich gehen.

Wir wollen hier einen Augenblick stehen bleiben, um uns selbst eine sehr bemerkenswerthe Frage aufzuwerfen. Wir wollen annehmen, daß es bey der allgemeinen Anordnung der Dinge nöthig gewesen wäre, solche Anstalten zu treffen, daß das Wasser im Winter gar nicht — oder nur mit der größten Schwierigkeit — sehr langsam; — und in den kleinmöglichsten Mengen — hätte frieren sollen; — Wie würde dies am leichtesten haben bewirkt werden können? —

Diejenigen, die mit dem Gesetze der Verdichtung des Wassers bey dem Verluste seiner Wärme bekannt sind, sind mir in diesen Fortsetzungen zuvorgeeilt. Es giebt nun, wie ich glaube, innerhalb der weiten Gränzen der sichtbaren Schöpfung keinen Gegenstand, (den der menschliche Scharfsinn ergründen könnte) der einen überraschendern und zugleich fühlbarern Beweis der Weisheit des Schöpfers, und seiner besondern Sorgfalt, für die Er-

haltung des animalischen Lebens, bey Einrichtung des Universums, lieferte, als eben jene wunderbare Einrichtung: — denn obgleich die Ausbreitung und Unveränderlichkeit der allgemeinen Natur-Gesetze unser denkendes Wesen mit Ehrfurcht gegen den Schöpfer füllt; so bemerken wir doch, in den Ausnahmen von jenen Gesetzen, oder in ihren besondern Modifikationen, von welchen wir offenbar heilsame und Nutzen bringende Wirkungen für uns und unsere Neben-Geschöpfe ableiten können — noch überraschendere Beweise einer planmäßigen Einrichtung, die in uns die lebhaftesten Empfindungen der Bewunderung, Liebe, und Dankbarkeit hervorbringen sollten.

Obgleich bey Temperaturen, die höher als die der Blut-Wärme sind, die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme sehr beträchtlich ist, so verschwindet sie in der Nachbarschaft des Gefrier-Punktes doch beynahe ganz. Aber was noch merkwürdiger ist, als eine Ausnahme von einem der ausgebreitesten Natur-Gesetze, womit wir bekannt sind, besteht darinn, daß wenn das Wasser bey der Abkühlung bis auf 8 oder 9 Grad Fahrenh. über den Gefrier-Punkt gelangt, so dehnt es sich jezt, anstatt noch immer mehr bey dem fernern Verluste der Wärme verdichtet zu wer-

werden, so wie es kälter wird, wirklich aus, und so wie die Erkaltung weiter fortgeht, so nimmt auch immer die Ausdehnung zu.

Würde die ganze Summe der Verdichtung einer bestimmten Menge siedend heissen Wassers, indem es sich etwa bis zum Gefrier-Punkt abkühlte, in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile getheilt, so müsten die Verdichtungen, die gleichen Veränderungen der Temperatur widersprächen, bey verschiedenen Temperaturen sehr ungleich seyn.

Bey der Abkühlung von je $22\frac{1}{2}$ Grad Fahrenh., (oder $\frac{1}{8}$ des Zwischenraums zwischen dem Siede- und dem Eis-Punkte) wird die Verdichtung seyn:

Bey der Erkältung um $22\frac{1}{2}°$, nemlich

			Verdichtung.
von	212°	bis $189\frac{1}{2}°$	18 Theile
—	$189\frac{1}{2}°$	— 167°	16,2
—	167°	— $144\frac{1}{2}°$	13,8
—	$144\frac{1}{2}°$	— 122°	11,5
—	122°	— $99\frac{1}{2}°$	9,3
—	$99\frac{1}{2}°$	— 77°	7,1
—	77°	— $54\frac{1}{2}°$	3,9
—	$54\frac{1}{2}°$	— 32°	0,2.

Hieraus siehet man, daß die Verdichtung des Wassers, oder die Zunahme seines specifischen Gewichts bey der Abkühlung von $22\frac{1}{2}$ Gr. Fahr.; zum wenigsten 90mal gröſser ist bey kochend heiſsen Wasser, als wenn es die mittlere Temperatur der Atmosphäre in England $54\frac{1}{2}°$, hat, oder $22\frac{1}{2}$ Gr. vom Gefrier-Punkte ist — (denn 18 : 0,2 = 90 : 1).

Es ist zwar wahr, daß alle Flüssigkeiten bey der Abkühlung, durch eine bestimmte Veränderung der Temperatur, mehr abgekühlt werden, wenn sie sehr warm, als dann, wenn sie kälter sind; allein diese Differenzen wollen nichts sagen, wenn man sie mit denjenigen vergleicht, die wir bey dem Wasser bemerken.

Das Verhältniß der Verdichtung bey der Abkühlung von 212° bis auf $189\frac{1}{2}°$ zu dem der Abkühlung von $54\frac{1}{2}°$ bis auf 32° in jeder der folgenden Flüssigkeiten, ergiebt sich nach Hrn. De Luc, Versuchen, wie folgt:

Oliven-Oel	wie	$1_{\frac{14}{100}} : 1$.
Starker Wiengeist	—	$1_{\frac{20}{100}} : 1$.
Eine gesättigte Koch Salz Auflösung	—	$1_{\frac{38}{100}} : 1$.
Reines Wasser	—	90 : 1.

Der

Der Unterſchied der Geſetze über die Verdichtung des Waſſers, wenn es rein iſt, oder wenn es eine Portion Kochſalz aufgelöſt enthält, iſt überraſchend; unterſuchen wir aber die Wirkungen, die dieſe Vorrichtung in der Schöpfung hervorbringt, ſo verlieren wir uns in Staunen und Bewunderung. —

Ich bitte bey der Unternehmung der Unterſuchung dieſes äußerſt merkwürdigen Gegenſtandes, um die Aufmerkſamkeit meiner Leſer, und nehme zugleich ihre Biederkeit und Nachſicht in Anſpruch. Ich fühle die Gefahr, der ſich ein Sterblicher ausſetzt, die Abſichten der unendlichen Weisheit zu entwickeln. — Die Unternehmung iſt gewagt, aber gewiß nicht unſchicklich.

Die bewunderungswürdige Einfachheit der Mittel, die der Urheber des Univerſums gebrauchte, um den Wechſel der Jahres-Zeiten, und zugleich die unzähligen Vortheile, die die Bewohner der Erde dadurch erlangen, hervorzubringen, muß ohne Zweifel auf jeden Menſchen, er müſte denn ganz ſtumpfſinnig und ohne Gefühl ſeyn, den tiefſten und bleibendſten Eindruck machen: allein je mehr wir unſere Forſchungen über die Anordnung des Univerſums verfolgen, und je aufmerkſamer wir die Wirkungen un-

unterſuchen, die durch die verſchiedenen Modificationen der thätigen Kräfte, die wir wahrnehmen, hervorgebracht werden; um deſto mehr werden wir die Entſtehungs-Urſache aller Weſen bewundern und verehren.

Obgleich nun Winter und Sommer, Frühling und Herbſt, und alle die Verſchiedenheiten der Jahres-Zeiten, auf eine Art hervorgebracht werden, die eben ſo einfach als erſtaunungswürdig iſt, (nemlich durch die Neigung der Erdachſe gegen die Ecliptic); ſo würde doch dieſe mechaniſche Vorrichtung allein nicht hinreichend geweſen ſeyn, (wie ich verſuchen werde zu zeigen) jene ſtufenweiſe Veränderung der Temperatur in den verſchiedenen Himmelsſtrichen, — ſo wie wir ſie wirklich finden, und die ſo unerläßlich nothwendig zur Erhaltung des animaliſchen und vegetabiliſchen Lebens iſt — hervorzubringen.

So nothwendig auch die Veränderung der Temperatur für das Wachsthum und die Vervollkommnung der meiſten Vegetabilien zu ſeyn ſcheint, ſo müſſen doch dieſe Veränderungen innerhalb gewiſſen Gränzen bleiben. Einige Pflanzen können zwar größere Veränderungen der Temperatur aushalten, als andere; allein das Uebermaaß ſowohl von

Kälte

Kälte als von Wärme, ist für alle gleich nachtheilig.

Da die Strahlen der Sonne die unmittelbare Ursache der Wärme auf der Oberfläche des Erdbodens sind, und da die Länge der Tage unter hohen Graden der Breite im Sommer und im Winter so sehr verschieden ist, so ist ganz klar, daß — um diese Gegenden bewohnbar zu machen — Maasregeln nothwendig waren, um die Folgen zu verhüten, die die große Ungleichheit der Wärme im Winter und im Sommer natürlich hervorgebracht haben würde; oder mit andern Worten, um die Wärme auszugleichen, und ihr Uebermaaß in diesen beyden JahresZeiten zu mäßigen.

Wir wollen nun sehen, wie weit das Wasser bey dieser Veranstaltung mit ins Spiel kömmt: dann wollen wir untersuchen, in wie fern das merkwürdige Gesetz, welches sich bey der Verdichtung des Wassers durch Kälte bestätigt gefunden hat, dahin strebt, es zu jenem wichtigen Vorhaben geschickt zu machen.

Die große Ausbreitung des Oceans und seine Tiefe — noch mehr aber die vielen Ströme, und die

die Kraft des Waſſers eine groſse Menge von Wärme zu verſchlucken — machen ihn vorzüglich dazu geſchickt, als Ausgleicher (Equalizer) der Wärme zu dienen.

Bey dem Zurückgange der Sonne nach der Sonnen-Wende, folgen ihr ſogleich die kalten Winde aus den Gegenden des ewigen Froſtes nach, die ſich ſtets hereinwärts nach dem Aequator zu drängen. Da die Kraft der Sonne, die Oberfläche der Erde und die Luft zu erwärmen, ſich unter hohen Graden der Breite ſehr ſchnell vermindert (ſo wie die Tage kürzer werden) ſo wird ihr Einfluſs nun bald zu gering, um die dichte Atmoſphäre, die ſich von den Polen her hereindrängt, abzuhalten, und nun nimmt die Kälte ſehr ſchnell zu. — Da findet ſich nun ein Umſtand, wodurch dieſes ſchnelle Fortrücken des Winters einigermaſsen gemäſsiget wird. Die Erde, noch mehr aber das Waſſer, haben beyde in den langen Sommer-Tagen, wo ſie den Einfluſs der belebenden Sonnen-Strahlen genoſſen, eine groſse Menge von Wärme eingeſogen; dieſe Wärme, die an die kalte Luft, — welche von den Polen ſo heftig hereindringt — abgeſetzt wird, dient dazu, ſie wärmer und milder zu machen, vermindert auf dieſe Art die Heftigkeit ihrer Bewegung, und benimmt

nimmt ihre jene ſchneidende Rauhigkeit. — Da aber die kalte Luft in einem fort, ſo wie ſich die Sonne zurückzieht, herzuſtrömt, ſo iſt die während des Sommers angehäufte Wärme bald erſchöpft, — und alle feſten und flüſſigen Körper kommen bis zur Temperatur des Gefrier-Punctes. —

Unter dieſen Umſtänden nimmt die Kälte der Atmosphäre ſehr ſchnell zu, und ſie würde wahrſcheinlich noch ſchneller zunehmen, würde ſie nicht daran verhindert:

1) durch die große Menge von Wärme, die der Luft durch die wäſſerigen Dünſte mitgetheilt wird, die in der Atmosphäre ſich erſt verdichten, dann erſtarren, und in der Folge als Schnee auf die Erde herunterfallen; und

2) durch die noch größere Menge von Wärme, die durch das Waſſer in den Flüſſen und Seen, und durch den Grund, über welchen es gefroren iſt, abgeſetzt wird.

Allein in ſehr kalten Gegenden friert zu Anfange des Winters der Boden und wird mit Schnee bedeckt;

deckt; ebenso frieren auch alle Flüsse und Seen zu. Alsdann wird die Kälte erst recht groß, und keine Entstehungs-Art der Wärme scheint mehr vorhanden zu seyn, um jene gewaltige Kälte nur irgend einigermaßen zu mildern.

Wir wollen jetzt einmal überlegen, was erfolgt seyn würde, wenn Alles so zu sagen seinem natürlichen Laufe überlassen gewesen wäre; — oder wenn das Wasser, nach dem Verluste seiner Wärme, bey seiner Verdichtung dasselbe Gesetz beobachtet hätte, welches in andern Flüssigkeiten statt findet, ja in einigen Fällen selbst bey dem Wasser, nemlich wenn letzteres mit gewissen Körpern gemischt ist.

Hätte sich hier die Vorsehung nicht auf eine bewunderungswürdige Art in das Mittel geschlagen — so wäre alles süße Wasser an den Polen in einem Winter unvermeidlich bis zu einer großen Tiefe hinab gefroren; und alle Pflanzen und Bäume wären vernichtet worden; ja es ist mehr als wahrscheinlich, daß sich die Gegenden des ewigen Frostes allenthalben von den Polen aus würden ausgebreitet haben; und indem sie so gegen den Aequator zu vorgerückt wären, würden sie ihre traurige erstarrende Herrschaft über einen großen Theil derjenigen Länder ver-

verbreitet haben, die jetzt zu den fruchtbarsten und bewohntesten der Erde gehören!

In den Himmelsstrichen, wo jetzt der zurückkehrende Frühling durch die allgemeine Stimme der Freude begrüßt wird — wo die Natur die Erde am schönsten schmückt, und die Gesänge der Freude und Zufriedenheit von Millionen lebendiger Wesen allenthalben wiedertönen, da würde man nichts hören, als das Sausen rauher Winde, nichts sehen, als Eis und Schnee, und dicke Wolken-Gebürge, die noch eine verheerende Legion von Winter-Stürmen in sich faßten.

Mit Ehrfurcht und geziemendem Mißtrauen wollen wir nun die Mittel zu erforschen suchen, die der Schöpfer anwendete, um seine herrliche Schöpfung zu schützen.

Da alle lebende Geschöpfe ihre Nahrung und Erhaltung durch Vermittelung des Wassers bekommen, so war es zu der Erhaltung ihres Lebens durchaus nothwendig, daß den Winter und Sommer hindurch eine hinlängliche Menge Wasser immer im flüssigen Zustande blieb.

Allein

Allein in den kalten Climaten ſinkt die Temperatur der Atmoſphäre viele Monate des Jahres hindurch, ſo tief unter den Eis-Punkt, daß, wären nicht Veranſtaltungen da, den folgenden ſchädlichen Umſtand zu verhindern, ſo würde alles Waſſer unvermeidlich in Eis verwandelt worden ſeyn, wodurch dann alle lebende Weſen untergegangen wären.

Deswegen waren auſſerordenliche Maasregeln nöthig, um in jenen Climaten ſo viel Waſſer im flüſſigen Zuſtande zu erhalten, als zur Erhaltung des animaliſchen und vegetabiliſchen Lebens ſchlechterdings nöthig war; dieſes konnte bloß durch ſolche Veranſtaltungen bewirkt werden, wodurch man verhinderte, daß das Waſſer ſeine Wärme nicht an die kalte Atmoſphäre abſetzte.

Ich habe oben ſchon auf eine ſehr befriedigende Art gezeigt (ja ich kann ſagen bewieſen) — daß die Flüſſigkeiten ihre Wärme bloß durch die innere Bewegung ihrer Theile abgeben, und daß je raſcher dieſe Bewegungen ſind, deſto raſcher auch die Mittheilung der Wärme geſchieht; — ferner, da dieſe Bewegungen in den Flüſſigkeiten durch die Veränderungen ihrer ſpecifiſchen Schwere, durch die verſchiedenen Temperaturen veranlaßt, entſtehen, — ſo

müſſen

müssen auch jene Bewegungen heftiger werden, sobald die specifische Schwere der Flüssigkeit durch eine bestimmte Veränderung der Temperatur beträchtlich umgeändert wird.

Es ist ferner gezeigt worden, daß die Veränderung der specifischen Schwere des Wassers bey der Temperatur, die geringer als die mittlere Temperatur der Luft ist, sehr wenig beträgt; besonders aber wenn die Temperatur des Wassers dem Gefrier-Punkte sehr nahe ist. Hieraus folgt, daß das Wasser, wenn es beynahe gefrieren will, seine Wärme nur sehr langsam absetzt. Doch dieses ist noch nicht Alles. Ein Umstand verdient noch bemerkt zu werden, der noch auffallender, und durch seine Folgen noch wunderbarer ist. Sobald das Wasser bis auf 8 oder 9 Grad über den Gefrier-Punkte abgekühlt ist, so hört nicht bloß seine weitere Verdichtung auf, sondern es dehnt sich nun bey dem weitern Verluste seiner Wärme wirklich aus; und diese Ausdehnung dauert bey weiterer Verminderung der Wärme sogar dann noch fort, wenn das Wasser schon zu Eise geworden ist, und dieses dann auf der Oberfläche der noch ungefrornen Flüssigkeit schwimmt.

Wir wollen nun ſehen, wie mächtig dieſe Vorrichtung das Abkühlen des Waſſers unter kalten Himmelsſtrichen hemmt.

Es iſt bekannt, daß keine Mittheilung der Wärme zwiſchen zwey Körpern ſtatt findet, ſo lange ſie beyde dieſelbe Temperatur haben, und noch keine chemiſche Verbindung eingegangen ſind. Ferner iſt bekannt, daß das Beſtreben der Wärme aus einem heißen Körper in einen kältern, die beyde einander berühren, überzugehen, größer iſt, ſobald der Unterſchied der Temperaturen der beyden Körper größer iſt. Wir wollen jetzt annehmen, eine Maſſe ſehr kalter Luft ruhte auf der ruhigen Oberfläche eines großen Süß-Waſſer-Sees, deſſen Temperatur 55° Fahrenheit betrüge. Indem nun die Waſſer-Theilchen auf der Oberfläche des Sees einen Theil ihrer Wärme an die kalte Luft abgaben, ſo müſſen ſie natürlich durch dieſen Wärme-Verluſt ſpecifiſch ſchwerer werden, als die übrigen Waſſer-Theilchen, auf welchen ſie ruhen, und folglich niederſinken. Dieſes Niederſinken der abgekühlten Theilchen drängt nun die übrigen wärmeren Theilchen nach der Oberflä-

fläche zu. Sind diese abgekühlt, so geht dann dieses Sinken und Steigen von neuem an; hierdurch kömmt die ganze Wasser-Masse in Bewegung, und wird darinn so lange, als der Abkühlungs-Proceß dauert, erhalten.

Bevor ich aber diese ganze Einrichtung durch alle Stufen hindurch entwickle, muß ich durchaus erst einen Einwurf wegräumen, den man meiner Erklärung dieses Phänomens entgegensetzen könnte. — Da ich erstens angenommen habe, daß die Luft-Masse, die auf der Oberfläche des Sees ruhet, äusserst kalt ist, und da ich es auch zweytens für ausgemacht halte, daß keine Mittheilung von Wärme zwischen den Wasser-Theilchen, die unmittelbar mit der kalten Luft in Berührung stehen, und denen darunter liegenden wärmern Wasser-Theilchen, statt findet, so möchte man wohl fragen, wie es denn käme, daß jene Theilchen an der Oberfläche nicht gleich so abgekühlt würden, um unmittelbar in Eis verwandelt zu werden? Hierauf antworte ich, daß zwey Ursachen zusammen wirken, um die unmittelbare Bildung des Eises auf der Oberfläche des Wassers zu verhindern: Erstens. Da die specifische Schwere der WasserTheilchen an der Oberflä-

che

che, so wie sie nur anfangen Wärme zu verlieren, zunimmt, so sinken sie, wie sie abgekühlt werden, auch sogleich nieder; ehe nun die Luft ihnen alle Wärme rauben kann, so befinden sich die Theilchen schon ausserhalb deren Wirkungskreis. Zweytens. Da die Luft ein schlechter Wärme-Leiter ist, so kann sie sie nicht so schnell aufnehmen und fortführen, daß die ganze Oberfläche des Wassers sehr plötzlich dadurch abgekühlt würde, wodurch dann die innere Bewegung der Wassertheilchen, und folglich auch das Absetzen der Wärme, gehemmt würde.

Aber um wieder auf unsern See zurückzukommen: Sobald das Wasser bey seiner Abkühlung die Temperatur von 40 Fahrenheit erreicht hat, (wo es denn nicht weiter verdichtet wird) so hören nun seine innern Bewegungen auf, und die Wassertheilchen, die sich auf der Oberfläche befinden, bleiben da. Sind diese nun bis zum GefrierPunkt abgekühlt, so geben sie ihre gebundene Wärme vollends ab, und das Eis fängt an sich zu bilden. Sobald nun die Oberfläche des Wassers mit Eise bedeckt ist, so theilt sich die Wärme des Wassers der Luft nur langsam und mit Schwierigkeit mit; denn das Eis, als ein schlechter Leiter der Wärme, bildet

für

für das Wasser eine sehr warme Hülle, und verhindert auch zugleich, daß es durch den Wind nicht bewegt wird. Ferner, da das Eis auf seiner untern Fläche beynahe immer dieselbe Temperatur mit den daran stoßenden flüssigen Wasser-Theilchen hat, (weil die wärmern Theilchen, wegen ihrer größern specifischen Schwere immer den untersten Platz einnehmen) so ist deswegen die Mittheilung der Wärme des Wassers an das Eis nur sehr langsam. Sobald nun die äussere Oberfläche des Eises vollends noch mit Schnee bedeckt ist, so wird dieser ein mächtiges Hinderniß für das Davongehn der Wärme aus dem Wasser; und ob nun gleich jetzt vielleicht eine sehr heftige intensive Kälte in der Luft herrscht, so wird doch das Eis nur sehr langsam an Stärke zunehmen.

Während dieser Zeit verliehrt nun die noch ungefrorne Wasser-Masse nichts von ihrer Wärme; im Gegentheil sie bekömmt immer neue Wärme aus dem Boden. Diese Wärme, die sich in der Erde während des Sommers anhäufte, ersetzt einigermaßen diejenige, die der Luft durch das Eis mitgetheilt wird, und verhindert zugleich, daß diese Mittheilung nicht auf Kosten der gebundenen Wärme der obern Wasser-Theilchen geschieht. Ferner reicht

dieſer Erſatz von Wärme, wenn die Temperatur nicht viel unter dem Gefrier-Punkte iſt, hin, um die von der Luft weggeführte Wärme zu erſetzen, und die Dicke des Eiſes nimmt daher nicht zu. — Beträgt aber die Kälte der Luft nicht mehr, als die des gefrierenden Waſſers, ſo dient nun die ganze Maſſe der Wärme, die aus dem Boden des Sees aufſteigt, dazu, das Eis auf der untern Fläche zu ſchmelzen, und ſo ſeine Dicke zu vermindern. — Ja dieſes geſchieht ſogar oft (wenn das Eis ſehr dick, und auf der Oberfläche mit tiefen Schnee bedeckt iſt) dann, wenn auch die Temperatur der Luft beträchtlich unter dem Gefrier-Punkte ſteht.

Die Waſſer-Theilchen ſteigen, wenn ſie von dem Grunde des Sees Wärme erhalten haben, (wodurch ſie die Temperatur über 40° bekommen, und folglich dadurch ſpecifiſch leichter werden), nach der Oberfläche des flüſſigen Waſſers zu. Hier ſetzen ſie ihre freye Wärme an der untern Fläche des Eiſes ab, kehren aber nicht wieder in die Tiefe zurück. Dieſe Wärme, die aus der Erde ausdunſtet, bringt daher ſehr wenig Bewegung in der Waſſer-Maſſe hervor, und dieſer Umſtand trägt ohne Zweifel zur Erhaltung der Wärme des Waſſers viel bey.

Wenn

Wenn heftige Stürme wehen, und die Oberfläche des Waſſers dadurch ſehr bewegt wird, ſo bildet ſich kein Eis, wenn auch die ganze Waſſer-Maſſe, durch lang anhaltendes kaltes Wetter, bis zu dem Punkte wäre abgekühlt worden, wo ſeine innern Bewegungen aufhören, und es zu frieren anfängt. Denn obgleich die Waſſer-Theilchen auf der Oberfläche beym weitern Erkalten nicht niederzuſinken ſtreben, ſo folgen doch, — da die Theilchen eine Wärme von 8 oder 10 Grad erſt abzugeben haben, ehe die Eisbildung anfängt, und da die Bewegung des Waſſers durch Sturm die Theilchen verhindert, ſo lange mit der Luft in Berührung zu bleiben, um alle ihre Wärme abzugeben — beſtändig friſche Theilchen nach, die nach der Oberfläche ſteigen, und da ihre Wärme an die Luft abſetzen; allein keins davon hat Zeit genug, ſo abgekühlt zu werden, daß es anfienge, ſich in Eis zu verwandeln. Das Waſſer verliert auf dieſe Art eine große Quantität Wärme; ſobald nun der Sturm ſich legt, und die Kälte anhält, ſo bildet ſich das Eis erſtaunlich ſchnell.

Wenn der Frühling zurückkehrt, ſo ſchmilzt der Schnee durch die allmählig ſtärker wirkenden Strahlen der Sonne. Die ſämmtliche Wärme, die nun die Erde aushaucht, ſchmelzet die Eisdecke von unten, un-

terdeſſen die Sonne von oben, noch weit ſchneller daſſelbe bewirkt. Obgleich nun das Eis zwar durchſcheinend iſt, ſo iſt es doch nicht vollkommen durchſichtig, und da die Lichtſtrahlen, die in ihrem Durchgange aufgehalten werden, nothwendig Wärme erzeugen müſſen, ſo iſt es keinesweges überraſchend, daß der Schnee, der den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt, ſchmilzt, ſelbſt wenn die Temperatur der Luft im Schatten noch unter dem Gefrier-Punkte ſtehet; ferner daß Schnee, den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, viel früher ſchmilzt, ehe noch die glatte Oberfläche des Eiſes beträchtlich erweicht wird, ſo daß längſt ſchon alle Hügel vom Schnee entblößt ſind, ehe das Eis in den Seen und Flüſſen aufbricht.

Da die Sonnenſtrahlen, die auf einen Schnee-Haufen fallen, oft darinne gebrochen und zurückgeworfen werden, ſo dringen ſie deswegen ſehr tief hinein, und ſetzen ihre Wärme da ab, wo ſie nicht ſo leicht durch die kalte Atmoſphäre fortgeführt wird. Die Strahlen hingegen, die auf die ebene und glatte Oberfläche des Eiſes fallen, werden meiſtens durch die Reflection wieder zurück in die Luft geführt; und wenn auch einige Theilchen davon auf der Eis-Oberfläche hängen blieben und ihre Wärme von da weiter verbreiteten, ſo wird ſie doch ſogleich von

der

der kalten Luft weggetragen, und die Wassertheilchen sind kaum geschmolzen, so frieren sie wieder von neuem.

Hieraus sehen wir, daß der Schnee, der in kalten Gegenden das auf der Oberfläche des süßen Wassers gebildete Eis bedeckt, nicht bloß verhindert, daß die Wärme des Wassers von der Luft fortgeführt wird, sondern auch viel dazu beyträgt, daß das Eis im Früh-Jahre früher schmilzt.

Wir wollen nun die Folgen betrachten, die Statt gefunden hätten, wenn das Wasser sich bey seiner Verdichtung durch Kälte demselben Gesetze, wie alle übrigen Flüssigkeiten, unterworfen hätte.

Da die innern Bewegungen des Wassers dann ohne Zweifel so lange fortgedauert hätten, als sich die specifische Schwere desselben durch das Absetzen der Wärme vermehrt hätte; so würde sich nicht eher Eis gebildet haben, bis die Temperatur der ganzen Wasser-Masse bis auf 32 Gr. Fahr. gesunken wäre. Um zu sehen, was für eine erstaunliche Menge Wärme hierdurch bey tiefem Wasser verlohren gehen würde, brauchen wir bloß zu berechnen, wie viel diese Wärme Eis schmelzen, oder wie viel Wasser da-

dadurch vom Gefrier-Punkte bis zum Siede-Punkte gebracht werden würde. Durch Verſuche iſt gezeigt worden, daß eine beſtimmte Menge Eis, um zu ſchmelzen, ſo viel Wärme braucht, als eine gleiche Menge flüſſiges Waſſer beym Erkalten von 140° verliert: folglich verhält ſich die Eis-Menge, die durch die Wärme (die von einer beſtimmten Waſſer-Menge beym Erkalten einer gewiſſen Anzahl von Graden abgeſetzt wird) ſchmilzt, zu der gegebenen Waſſer-Menge, wie die Anzahl der Grade, um die es erkaltet, zu 140 Grad.

Hieraus folgt, daß, wenn die Temperatur des Waſſers 8 Grad über den Gefrier-Punkt beträgt, es beym Erkalten bis zu dieſem Punkte ſo viel Wärme abſetzt, als hinlänglich wäre, eine $\frac{8}{140}$ oder $\frac{1}{35}$ ſo ſchwere Eis-Maſſe zu ſchmelzen. — Wäre daher das Waſſer, welches von 40° bis auf 32° abgekühlt würde, 35 Fuß tief, ſo würde die dadurch abgeſetzte Wärme eine Eis-Decke von 1 Fuß dick haben ſchmelzen können.

Allein dieß iſt noch nicht Alles. Denn da die Waſſer-Theilchen auf der Oberfläche bey ihrer Erkältung, zufolge ihres zunehmenden ſpecifiſchen Gewichtes beym Verluſte ihrer Wärme, ſogleich nach dem

dem Boden zu ſinken, ſo würde der gröſßte Theil der den Sommer hindurch in dem Boden angehäuften Wärme, eher noch fortgeführt werden, als das Waſſer zu frieren anfinge. Entſtünde nun Eis, ſo würde ſeine Dicke ſehr ſchnell zunehmen, und ſo den ganzen Winter hindurch fortwachſen. Hieraus kann man folgern, daß ſelbſt in den jetzt gemäßigten Climaten bey einem harten Winter die groſßen Seen ſo tief hinein frieren würden, daß der folgende Sommer nicht hinreichen würde, das Eis wieder aufzuthauen. Geſchähe dieſes nur einmal, ſo würde der darauf folgende Winter die noch übrige Waſſer-Maſſe auch in einen feſten Eis-Kern verwandeln; der dann nie ſeine vorige Flüſſigkeit wieder bekäme, ſondern bis zum Ende der Zeiten feſt und unbeweglich bleiben würde.

Herr von Sauſſüre fand im Monat Februar nach einem anhaltenden Froſte von 1 Monat, da die Temperatur der Luft 38° betrug, das Waſſer des Genfer-Sees auf der Oberfläche von 41°, und in der Tiefe von 1000', von 40° Wärme. Hätte der Froſt nur ein wenig länger gedauert, ſo würde ſich Eis gebildet haben. Geſetzt nun, die Waſſer-Maſſe wäre ſo eingerichtet geweſen, daß ſie erſt total bis auf 32° hätte abgekühlt werden müſſen,

sen, ehe sich Eis angesetzt hätte, so würde dieser Umstand nur dann erst erfolgt seyn, wenn das Wasser so viel Wärme abgesetzt hätte, als hinreichend gewesen wäre, eine Eisdecke 57 Fuß dick zu schmelzen! —

Diese Menge von Wärme wäre hinreichend, eine Masse eiskaltes Wasser, so breit wie der See, und 49 Fuß tief bis zum Siede-Punkte zu erhitzen.

Wir können die Einfachheit der Veranstaltung, wodurch alle diese Wärme erhalten wird, nicht genug bewundern, ebenso auch die erstaunungswürdigen Wirkungen, die in der Natur durch das einfache Gesetz bey der Verdichtung des Wassers bezweckt werden.

Um hohe Grade der Breite bewohnbar zu machen, war es durchaus nöthig, die Pflanzen gegen die verheerenden Wirkungen eines strengen Winters zu schützen: wenn es daher nun gegründet ist, daß wässerige Flüssigkeiten ihre Wärme nur zufolge ihrer innern Bewegungen abgeben, und daß diese Bewegungen bloß durch die veränderte specifische Schwere derjenigen Theilchen der Flüssigkeit entstehen, die Wärme erhalten oder abgeben, so wird Jeder leicht bemerken, wie mächtig die plötzliche Hemmung der Verdichtung des

Was-

Waſſers, ſo wie es ſich dem Gefrier-Punkte nähert, dahin wirkt, daß der Saft in den Vegetabilien nicht friert.

Wenn es nun aber zur Erhaltung des Lebens und der Vegetation durchaus nothwendig war, den Boden, die Flüſſe, die Seen, und die Bäume gegen die kalten Polarwinde zu ſchützen, ſo entſteht die Frage: wodurch denn dieſe Ueberſchwemmung von kalter Luft erwärmt wird? — Ich antworte hierauf, durch die Gewäſſer des Oceans; und ich halte mich berechtigt anzunehmen, daß er hierzu nicht bloß hauptſächlich beſtimmt, ſondern auch noch ganz beſonders dazu geeignet iſt. Das Seewaſſer enthält nemlich eine Menge Saltz in aufgelöſetem Zuſtande, und wir ſahen oben, daß die Salz-Auflöſungen bey ihrer Verdichtung durch Kälte ein ganz anderes Geſetz befolgen, als das ſüße Waſſer. Dieſer Umſtand macht erſteres beſonders dazu geſchickt, ſeine Wärme an die rauhen Winde, die über die Oberfläche hin blaſen, abzugeben. Da die Verdichtung des Seewaſſers durch Kälte ſelbſt noch fortdauert, wobey das ſüße Waſſer friert, ſo ſinken die Waſſertheilchen auf der Oberfläche, — anſtatt nach der Abkühlung bis auf 40° da zu bleiben, und die darunter liegenden wärmern Theilchen abzuhalten,

ten, auch emporzusteigen, und ihre Wärme an die kalte Luft abzusetzen, (wie es beym Erkalten des süssen Wassers geschieht) — sobald sie ihre Wärme abgegeben haben, nieder, und zwingen dadurch die andern wärmern Theilchen aufwärts zu steigen. Durch diese beständige Ersetzung der warmen Theilchen auf der Oberfläche der See, wird der Luft sehr viel Wärme mitgetheilt — mehr noch, als durch eine gleiche Menge süßes Wasser von derselben Temperatur möglich gewesen wäre, so wie aus der folgenden Rechnung erhellen wird.

Wir wollen hier nicht den großen Vorzug, den das Seewasser vor dem süßen voraus hat, in Anschlag bringen, daß ersteres nemlich als Ausgleicher der Luft-Temperatur dient, welches von dem verhältnißmäßig niedrigen Stande seines Gefrier-Punktes herrührt. Vorausgesetzt **Erstens** daß selbst das Seewasser bey derselben Temperatur von 32° wie das süße Wasser schmilzt; und **Zweytens**, daß sobald sowohl das süße als Seewasser gefroren, und seine Oberfläche mit Schnee bedeckt ist, dann die Mittheilung der Wärme aus dem Wasser an die Luft beynahe ganz aufhört, (wie es auch wirklich wahr ist); — so wollen wir nun selbst nach dieser Voraussetzung, die größere Masse von Wärme

zu

zu beſtimmen ſuchen, die das Seewaſſer gegen das ſüße gehalten der Luft mittheilt, nachdem beyde die Temperatur von 40° erreicht haben.

Sobald das ſüße Waſſer bey ſeinem Erkalten dieſen Grad der Temperatur erhalten hat, ſo hört ſeine fernere Verdichtung durch Kälte auf, folglich auch ſeine innern Bewegungen, und Eis fängt ſogleich an ſich auf der Oberfläche zu bilden. — Hingegen beym Salzwaßer dauert die Verdichtung ſo lange fort, als noch Verminderung der Wärme ſtatt hat, weswegen denn auch die innern Bewegungen eben ſo lange fortgehen; folglich iſt es augenſcheinlich unmöglich, daß ſich hier eher Eis bilden könne, als bis die ganze Maſſermaſſe bis auf 32° geſunken iſt. Es giebt daher 8° Fahr. mehr Wärme als ſüßes Waſſer ab, ehe es in Eis verwandelt wird.

Um uns eine gehörige Idee von dieſer ungeheuern Wärmemaſſe zu machen, brauchen wir uns bloß an das ſchon Geſagte zu erinnern, woraus folgt, daß dieſe Wärmemaſſe hinreichend wäre, eine Eisdecke $\frac{1}{30}$ ſo tief als die ganze See, zu ſchmelzen. Folglich würde ſie in dem Theile der Nord-See (67° Br.) wo Lord Mulgrave eine Tiefe von

von 4680 Fuß fand, einen Eiskuchen 265 Fuß dick schmelzen können!

Die Wärme nun, die sich bey der Bildung eines jeden □ Fußes Eis entwickelt, würde hinreichen die Temperatur einer darüber liegenden Luft-Schicht 2220 mal so hoch als das Eis wäre, in dem obigen Fall folglich 265 × 2220 F. oder 869 Meilen, um 28° zu erhöhen; oder von der Temperatur des Gefrier-Punktes bis zu 50° Fahr., welches denn auch die jährliche mittlere Temperatur der nördlichen Gegenden von Deutschland ausmacht!

Die Wärme ferner, die jeder □ Fuß bey seiner Abkühlung um 1 Grad an die Luft absetzt, erhöht die Temperatur der darüber liegenden Luft-Schicht, — 44 mal so hoch als das Wasser tief ist, — um 10°. — Hieraus sehen wir nun, wie mächtig der Ocean, der nie als in sehr hohen Breiten friert, dahin wirkt, die von den Polen hereinströmende kalte Luft zu erwärmen. Doch nicht bloß hierinne zeigt der Ocean seine große Nutzbarkeit, sondern er mildert auch noch die brennende Hitze der heißen Zone; — das merkwürdigste aber hierbey ist, daß die beyden Wirkungen desselben, sowohl

die

die groſſe Kälte als Hitze zu mäſſigen, derſelben Urſache zuzuſchreiben ſind, nemlich dem Salze, welches er aufgelöſt enthält.

Da die Verdichtung des Meerwaſſers durch Kälte ſelbſt noch lange nach der Temperatur fortdauert, wobey das ſüſſe Waſſer ſchon friert, ſo müſſen die Waſſer-Theilchen an der Oberfläche, die durch die unmittelbare Berührung der Winde abgekühlt werden, auf den Boden der See niederſinken, wo ſie dann ſo lange ruhen müſſen, bis ihre ſpecifiſche Schwere durch einen neuen Zuſatz von Wärme wieder verringert wird. — Allein dieſen neuen Zuſatz von Wärme können ſie in den Polar-Gegenden nie wieder bekommen, denn unzählige Verſuche haben es auſſer allen Zweifel geſetzt, daß dort in den innern Theilen der Erde kein wärmeerzeugendes Princip ſtatt hat, welches, indem es Wärme durch den Boden des Ocean aushauchte, dem darüber ruhenden Waſſer Wärme mittheilen könnte.

Man hat gefunden, daß die Temperatur tief in der Erde unter verſchiedenen Breiten auch verſchieden iſt. Dieſes iſt nun auch ohne Zweifel der Fall in Hinſicht der Temperatur auf dem Boden der See, in ſo fern die Strömungen, die darüber hinflieſſen, keinen Einfluß darauf haben. Dieſes beweiſt

weißt nun, daß die in großen Tiefen vorhandene Wärme, die ohne merkliche Veränderung Sommer und Winter hindurch dauert, der Wirkung der Sonne, und nicht der des Central-Feuer zuzuschreiben ist, wie Einige zu voreilig behauptet haben.

Wenn nun aber das Waſſer des Oceans, nach der Beraubung ſeiner Wärme durch die kalten Winde, auf den Boden der See niederſinkt, und da nicht von neuem wieder erwärmt werden kann, ſo wird es ſich, — da ſeine ſpecifiſche Schwere größer iſt als die des Waſſers unter wärmern Breiten in derſelben Tiefe, — ſogleich auf den Boden der See ausbreiten, und gegen den Aequator zu ſtrömen. Dieſes muß natürlich auf der Oberfläche des Meeres eine Strömung in entgegengeſetzter Richtung veranlaſſen, und wir haben wirklich auch die unläugbarſten Beweiſe von der Exiſtenz dieſer beyden Ströme. Schon die Exiſtenz des einen ſetzt die des andern voraus.

Der ſogenannte Gulph Strom in dem Atlantiſchen Ocean, iſt nichts anders als einer dieſer Ströme, der ſich von dem Aequator gegen den Nord-Pol zu bewegt, und durch die beſtändig wehenden Muſſons-Winde und durch das feſte Land von Nord-

Amerika

Amerika modificirt wird; der andere unten entgegengeſetzte Strom zeigt ſich durch die Kälte, die die See in den warmen Breiten in einer beträchtlichen Tiefe hat. Dieſer Kälte-Grad ſteht weit unter der gewöhnlichen Temperatur der Erde in jenen Gegenden, und muß ſich folglich von kältern Climaten her verbreitet haben.

Die mittlere Temperatur in der Breite von 57° beſtimmt Kirwan, (in ſeiner treflichen Abhandlung über die Temperatur der verſchiedenen Breiten) auf 39°; Lord Mulgrave fand aber den 20 Junius, (da die Wärme der Luft 48½° betrug), die Temperatur der See in der Tiefe von 4680 Fuß 6° unter dem Gefrier-Punkte, oder 26° Fahrenh.

Den 31 Auguſt betrug in der Breite von 69°, wo die jährliche Temperatur 38° ausmacht, die Temperatur der See in der Tiefe von 4038 Fuß 32°, während die Temperatur der Luft (und wahrſcheinlich auch des Waſſers auf der Oberfläche der See) 59½° war.

Einen noch vollkommnern, ja ich möchte behaupten, unwiderlegbarern Beweiß von der Er-

Existenz der Ströme von kalten Wasser auf dem Boden der See, die von den Polen nach den Aequator zu laufen, giebt der merkwürdige Unterschied der sich unter den Wendekreisen zwischen der Temperatur der See auf der Oberfläche, und in der Tiefe findet. — Denn obgleich die Temperatur der Atmosphäre in jenen Gegenden so fest steht, daß die gröste Veränderung, die die Jahres-Zeiten darinne hervorbringen, selten über 5 oder 6° beträgt; so beläuft sich doch der Unterschied der Wärme des Wassers auf der Oberfläche der See, und in der Tiefe von 3600 Fuß auf nicht weniger als 31°. Die Temperatur auf der Oberfläche betrug nemlich 84°, und die in der angegebenen Tiefe 53° *).

Mir scheint daher die Erklärung der Kälte auf dem Boden der See in den heißen Zonen ohne die Voraussetzung jener kalten Ströme fast unmöglich zu seyn. Der Nutzen jener Ströme, daß sie die ausserordentliche Hitze jener Climaten mäßigen, ist zu klar, um noch einer Erläuterung zu bedürfen.

Diese Ströme werden, wie wir oben sehen, durch die Verschiedenheit der specifischen Schweren des

*) Philosoph. Transactions. 1762.

des Seewaſſers bey verſchiedenen Temperaturen bewirkt. Ihre Geſchwindigkeiten müſſen ſich daher nach den Veränderungen richten, die in der ſpecifiſchen Schwere des Waſſers durch den Wechſel der Temperatur hervorgebracht werden. Hieraus ſehen wir nun, um wie viel gröſſer ſie in dem Ocean ſeyn müſſen, da er nicht aus ſüßen, ſondern aus Salzwaſſer beſteht.

Merkwürdig iſt es, daß das Waſſer aller groſſen Land-Seen, und meiſtens auch der innländiſchen Meere (wie der Oſt-See) in kalten Climaten, die mit dem Ocean nur durch ſchmale Kanäle zuſammenhängen, ſüß iſt. Wenn wir die Folgen betrachten, die daraus entſtehen würden, wenn das Waſſer eines groſſen innländiſchen Sees (ſo wie des Oberen Sees (Lac. ſuperior) in Nord-Amerika) ſo ſalzig wäre als das Meer, ſo werden wir ſichen ſchließen können, daß obiges nicht ohne Abſicht geſchahe.

Obgleich nun zwar das geſalzene Waſſer die kalten Winde, die zu Anfang des Winters ſeine Oberfläche beſtreichen, mehr erwärmen würde, und die Luft in den, dieſen Winden entgegengeſetzten Seiten der See dadurch milder als jetzt ſeyn müſte;

ſo würde doch das Waſſer der See, da es eine erſtaunliche Menge Wärme abgäbe, ehe ſich zu ſeinem Schutze eine Eisdecke auf ſeiner Oberfläche bilden könnte, im Frühling dann ſehr kalt ſeyn. Ja es würde dieſe Kälte ſelbſt den gröſten Theil des Sommers noch fortdauern, da es lange Zeit dauern würde, ehe das Waſſer die ganze Maſſe der verlornen Wärme durch die Sonne wieder erhielte. Dieſe Kälte würde nun die Temperatur der Luft vermindern, und die Vegetation in der umliegenden Gegend beträchtlich hindern; und ſelbſt die einſeitige Erwärmung der Luft, durch die ausdunſtende Wärme im Winter würde dieſen Schaden nicht aufwiegen.

Hat hingegen der Winter recht angefangen, — ſind dann die Flüſſe und Seen gefroren, und alles mit Schnee bedeckt, ſo können einige Kälte-Grade mehr oder weniger keinen beträchtlichen Schaden hervorbringen. Höchſtens macht es die Bewohner aufmerkſam, ſich, ihre Hausthiere und Vorräthe vor der ſtrengen Kälte durch Vorſichts-Maasregeln zu ſchützen. Hat es ja Einfluß auf den nächſten Sommer, ſo macht es ihn eher kälter als wärmer. Seen von Salzwaſſer würden daher in den kalten Gegenden den Winter hindurch ohne beträchtlichen

lichen Nutzen, im Sommer aber schädlich seyn; da hingegen die süßen Seen, weil sie gleich zu Anfang des Winters, und ehe noch die ganze Wassermasse bis zum Gefrier-Punkte abgekühlt ist, gefrieren, und so den größten Theil ihrer Wärme den Winter hindurch behalten. Nutzen sie daher auch in dieser kalten Jahrszeit nicht viel, so haben sie dafür in dem Sommer wenig schädlichen Einfluß.

Ich schließe hier diese Abhandlung, um meine Leser nicht weiter zu ermüden; ich würde sie nicht so weit verfolgt haben, hätte ich sie nicht für sehr merkwürdig und nützlich in diesem zweifelsüchtigen Zeitalter gehalten.

Erklärung der Kupfertafeln.

Erste Tafel.

Dieſe Tafel ſtellt das cylindriſche Paſſage-Thermometer vor, welches bey den Verſuchen über die fortleitende Kraft der Flüſſigkeiten in Hinſicht auf die Wärme gebraucht wurde.

Fig. 1. a, b. zeigt den Durchſchnitt des meſſingenen Cylinders, worinne das Thermometer c, mit dem länglichen kupfernen Behälter ruht.

e. f. iſt die gläſerne Röhre des Thermometers, die hier wegen Mangel des Platzes bey f. abgebrochen erſcheint.

g. ein Korkſtöpſel, welcher die meſſingene Röhre a, b. verſchließt, und endlich

h. eine ähnliche Korkſcheibe.

Den Raum des meſſingenen Cylinders unter der Scheibe h. nahm die Flüſſigkeit, deren wärmeleitende Kraft man beſtimmen wollte, ein. Der Raum von h bis g, wurde mit Eider-Dunen ausgefüllt.

Am untern Ende der Thermometerflaſche, ſieht man die hölzernen Pflöckchen, die ſie feſt halten.

Fig. 2. der horizontale Durchſchnitt des meſſingenen Cylinders.

Zweyte Tafel.

Fig. 3. zeigt die Verfahrungsart bey den Versuchen, wo ein Eiskuchen in einem langen Glasgefäße durch das darüberstehende heiße Wasser geschmolzen wurde.

a. Das irdene Gefäß mit gestoßenem Eise und Wasser gefüllt, in welches das Glasgefäß b. gestellt wurde.

c. d. das Niveau der Eis-Oberfläche.

e. f. Niveau des heißen Wassers, welches über dem Eiskuchen stand.

Nachschrift des teutschen Uebersetzers.

Ich halte es für Pflicht sowohl gegen die Wissenschaft als auch gegen den verehrungswürdigen Hrn. Verfasser selbst, hier einiger Zweifel und Einwürfe zu gedenken, welche zwey unserer berühmtesten Physiker dem Hrn. Grf. v. Rumford, gegen seine Theorie über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten gemacht haben.

Der erste war unser vortrefflicher, für die Wissenschaften leider zu früh verstorbener Prof. Green in Halle, dessen Erinnerungen gegen diese Abhandlung die Leser in seinem Neuen Journale der Physik IV Bd. S. 451 ꝛc. finden.

Der

Der zweyte war Hr. de Luc, deſſen Aufſatz ſich in Crells chemiſchen Annalen v. J. 1798. 1 Bd. S. 288 und 368. befindet; woraus ihn Hr. Prof. Gilbert in Halle ausgehoben, in ſeine Annalen der Phyſik I Bd. 4s St. S. 464 ꝛc. aufnahm, und des Hrn. Grf. v. Rumfords Theorie gegen Hrn. De Luc's Angriffe, durch ſeine ſchätzbaren Noten vertheidigte.

Es liegt auſſer meinem Kreiſe mich einer Kritik der Einwürfe dieſer beyden berühmten Phyſiker anzumaaſen; wozu auch hier kein ſchicklicher Ort wäre. Rumfords raſtloſer Eifer für das Beſte der Wiſſenſchaft, wird gewiß dieſe Zweifel beleuchten und heben, und alsdann wird es mir gewiß eine ſehr angenehme Pflicht ſeyn, auch dieſe Auflöſung in der Folge mit hier zu liefern.

VII.

Ueber die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten.

Zweyter Theil.

Verschiedene neue Versuche, Bemerkungen und Muthmaßungen über die chemische Verwandschaft und Auflösung, und über das mechanische Prinzip des thierischen Lebens.

I. Capitel.

Erzählung des beſondern Umſtandes, der den Verfaſſer bewog, dieſes und die folgenden Kapitel zu der zweyten Ausgabe dieſes Eſſay's hinzuzufügen. — Fortſetzung der Verſuche und der Unterſuchungen ſeines Gegenſtandes. — Oehl iſt ein Nichtleiter der Wärme. — Queckſilber iſt ebenfalls ein Nichtleiter der Wärme. — Wahrſcheinlichkeit, daß alle flüſſige Körper Nichtleiter der Wärme ſind, und daß dieſe Eigenthümlichkeit zum Weſen der Flüſſigkeit gehöre. — Die Kenntniß der Thatſache kann uns in den Stand ſetzen, richtigere Vorſtellungen von der Natur der mechaniſchen Operationen erhalten zu können, die bey den chemiſchen Auflöſungen und Verbindungen; bey dem Prozeße der Vegetation und bey den verſchiedenen Veränderungen ſtatt finden, die in der thieriſchen Oekonomie durch die Lebenskräfte bewirkt werden. — Die Schnelligkeit der Auflöſung iſt kein Beweis von der Exiſtenz der chemiſchen Verwandſchaft. — Schichten von ſüßem und ſalzigem Waſſer können auf einander in wirklicher Berührung ruhn, ohne ſich zu vermiſchen. — Wahrſcheinlichkeit, daß das Waſſer auf dem Grunde der ſüßen Seen, die ſehr tief ſind, wirklich ſalzig ſeyn möge.

Herr Profeſſor Pictet hat am Schluſſe der franzöſiſchen Ueberſetzung, die er von dieſem Eſſay, ſo

weit

weit er zuerſt erſchienen war, zu Genf herausgab, folgende Stelle aus einem meiner Briefe vom 9ten Juni 1797, worin ich ihm zugleich die Wiedererhaltung meines ihm geliehenen Manuſcripts beſcheinigte, angehängt.

„Es würde mich ſehr gewundert haben, hätte mein ſiebenter Eſſay Sie nicht intereſſirt; denn ich für meinen Theil empfand in meinem Leben kein größeres Vergnügen, als da ich die Verſuche anſtellte, die darin beſchrieben ſind. Vielleicht wird es Sie überraſchen, wenn ich Ihnen ſage, daß ich ein ganzes Capitel voll intereſſanter Spekulationen zurück behalten habe, lediglich in der Abſicht, um Andern ein anlockendes Feld belohnender Nachforſchung unberührt zu überlaſſen, und um der Schlußbetrachtung, die ich bey weitem für die wichtigſte unter allen von mir bekannt gemachten halte, mehr Nachdruck zu geben.“

Da dieſe Aeußerungen, (die urſprünglich nicht für das Auge des Publikums beſtimmt waren) verſchiedentlich können gedeutet werden; ſo halte ich es für meine Pflicht, ſie nicht allein auszulegen, ſondern auch das Publikum genau damit bekannt zu machen, wie weit ich mit meinen Unterſuchungen

in

in der Nachforſchung dieſes vorhabenden Gegenſtandes gekommen bin. Dies iſt eine Handlung der Gerechtigkeit, die ich denen ſchuldig bin, die vielleicht mit denſelben Nachforſchungen beſchäftigt ſind. Denn es würde ſehr unedel ſeyn, wenn ich durch Winke von wichtigen, zurückbehaltenen Entdeckungen, ihnen die Ehre der erſten Auffindung ihrer vielleicht noch bevorſtehenden Entdeckungen zweifelhaft machte. Dies würde nur dazu dienen, den Geiſt der Unterſuchung niederzuſchlagen, nicht aber ihn aufzumuntern und die Hinwerfung ſolcher Winke würde mir das Anſehn geben, als lauerte ich darauf, die ſchönen Früchte der Arbeiten Anderer mir zueignen zu wollen. Ich kann daher nicht eher ruhn, als bis ich gezeigt habe, daß ich den Verdacht ſolcher elenden Abſichten nicht verdiene.

Mein würdiger Freund, der Profeſſor Pictet, hat gewiß aus keiner Stelle meines an ihn geſchriebenen Briefes einen ſolchen ſchlechten Verdacht gegen mich geſchöpft; aber die, die weniger mit meinem Karakter bekannt ſind, möchten vielleicht nicht ſo geneigt ſeyn, der Reinheit und Uneigennützigkeit meiner Abſichten ohne Beweiſe zu trauen.

Die in meinem Briefe enthaltne Behauptung, „daß ich ein ganzes Capitel voll intereſſanter Spe-

ku-

enthaltungen zurückbehalten habe, lediglich in der Absicht, um Andern ein lockendes Feld belohnender Nachforschung unberührt zu lassen" ist in der That völlig wahr und wird sich, wie ich mir schmeichle, durch das, was ich nun dem Publikum vorlegen werde, auch als solches beweisen. Eben so bin ich überzeugt, daß man die Gründe, warum ich dies thun wollte, billigen werde, wenn man sich nur die Mühe giebt, sie mit Aufmerksamkeit zu erwägen.

Nachdem ich, wie ich hoffte, eine neue und sehr reizende Aussicht den Freunden der Naturwissenschaft eröffnet hatte, so befürchtete ich, wenn ich mit der Bekanntmachung meiner Nachforschungen zu weit gienge, daß Andere sich begnügen möchten, meinen Fußstapfen nachzugehn, statt durch sich selbst neue Wege aufzusuchen und daß folglich viele, ja wahrscheinlich die interessantesten Theile dieses neuen Gefildes der Wissenschaft auf eine lange Zeit noch unerforscht bleiben möchten. Was den Ruhm anbetrift, ein Entdecker in den Fortschritten des menschlichen Wissens zu seyn, so freu' ich mich zwar sehr über ihn, und empfinde das süßeste Vergnügen, wenn ich mir die Vortheile denke, die die Menschheit durch die Einführung nützlicher Verbesserungen erhalten kann: aber ich kann auch mit Aufrichtigkeit sagen, daß

daß ich keinen ſehr hohen Werth dieſer Ehre beylege, zuerſt auf dieſe Schätze geſtoßen zu ſeyn; weil ſie überall nur ſo leicht und ſeicht bedeckt liegen.

In Rückſicht „der Schlußbetrachtung“ der erſten Ausgabe dieſes Eſſay's, ſchäm' und fürcht' ich mich nicht, trotz dem, daß Manche darüber mitleidig lächeln oder verdrüßlich ausſehn werden, zu bekennen; daß ich den Gegenſtand für äußerſt wichtig für die Ruhe, Ordnung und Glückſeligkeit des Menſchengeſchlechts in unſerm gegenwärtigen, weit vorgerücktem Zuſtande der bürgerlichen Geſellſchaft, halte. Doch es iſt Zeit von dieſen Ausſchweifungen wieder zurück zu kehren.

Die wichtige Thatſache meiner Unterſuchung, welche die Art und Weiſe betrift, in der ſich die Wärme in den Flüſſigkeiten fortpflanzet, ſchien mir zwar völlig durch die Verſuche, von denen ich in den vorhergehenden Capiteln dieſes Eſſay's einen Bericht abgeſtattet habe, ins Klare gebracht zu ſeyn; da aber die gänzliche Erforſchung dieſes Gegenſtandes, in vielen Rückſichten eine Sache von der gröſten Wichtigkeit iſt, ſo blieb ich hier mit meinen Unterſuchungen nicht ſtehn; ſondern ſtellte noch eine Anzahl Verſuche mit der Abſicht an, noch mehreres Licht auf

dieſen

dieſen Gegenſtand zu werfen, damit wir dadurch in den Stand geſetzt würden, uns recht klare und deutliche Ideen von den ſonderbaren mechaniſchen Operationen bilden zu können, die bey der Fortpflanzung der Wärme in der Flüſſigkeit Statt zu finden ſcheinen.

Wenn ich in eine Schale, die mit einer Froſt erregenden Miſchung angefüllt war, ein Glas mit Waſſer ſetzte, ſo hatte ich ſchon mehrmals bemerkt; daß, ſo bald als das Eis an den Seiten des Glaſes zuerſt anzuſchießen und nach und nach an Dicke zuzunehmen anfieng, das in der Axe des Glaſes befindliche Waſſer (das ſeine Flüſſigkeit am längſten behielt) von der Ausdehnung des Eiſes zuſammen gedrückt und gegen das Ende des Prozeſſes immer in die Höhe getrieben wurde und endlich in Geſtalt einer Spitze oder Warze gefror, die zuweilen mehr als einen halben Zoll hoch über die Oberfläche der Eisſcheibe in ihrer Mitte hervorragte. — Dieſes veranlaßte mich, folgende intereſſante Verſuche anzuſtellen.

55ſter Verſuch.

Auf den Boden eines langen cylindriſchen Glaſes von 4½ Zoll im Durchmeſſer, war eine Eisſchei-

be von 3 Zoll Dicke angefroren, in deren Mitte eine, einen halben Zoll hohe, Spitze oder Warze hervorragte. Das Glas, das in einer irdnen Schüssel stand und von aussen bis 1 Zoll über die Höhe der Eisscheibe mit einer Mischung aus zerstoßenem Eise und Wasser umgeben war, wurde nahe am Fenster auf einen Tisch gestellt; in einer Stube, deren Luft die Temperatur von 31° nach Fahrenheit besaß, und nun wurde von feinem Olivenöhl, das man vorher bis zu 32° Fahrenheit abgekühlt hatte, soviel in das Glas gegossen, bis es 3 Zoll hoch über der Oberfläche des Eises stand.

Darauf wurde ein in kochendem Wasser bis zu der Temperatur von 210° erwärmter massiver Cylinder aus Schmiedeeisen, der 12 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, und sich mittelst eines Hakens senkrecht aufhängen ließ, schnell in eine an ihm anpassende Scheide von dickem Papier geschoben; diese war nach oben und unten zu offen und ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll länger als der Cylinder, dem sie zur Erhaltung der Wärme als eine Bekleidung diente. Der Cylinder wurde darauf an einem Dochte, der von der Decke der Stube herabhieng, gerade über der Mitte des Glases aufgehängt und nach und nach sehr langsam in das Oehl so weit herabgelassen, bis daß der Mittel-

telpunkt ſeiner glatten Grundfläche, nur in einer Entfernung von $\frac{2}{10}$ Zoll, ſenkrecht über der koniſchen Eisſpitze ſchwebte; die papierne Scheide reichte noch um $\frac{5}{10}$ Zoll tiefer herab.

Da das Oehl ſehr durchſichtig war und das Glas in einem günſtigen Lichte ſtand; ſo konnte die koniſche Eisſpitze vollkommen deutlich geſehen werden; ſelbſt da noch, als der heiße Cylinder in das Glas herabgelaſſen war. Hätte ſich irgend ein Theil der Wärme herabwärts durch die dünne Lage des flüſſigen Oehls verbreitet, die ſich zwiſchen der heißen Grundfläche des Eiſens und der Eisſpitze befand; ſo muſte ohne allen Zweifel dieſe Wärme durch die Schmelzung des Eiſes ſichtbar werden, die ſich ſicher durch die Verminderung der Höhe, oder durch eine Veränderung der Geſtalt der Eisſpitze offenbahrt hätte. Dies war aber nicht der Fall; die Eisſpitze wurde durch das heiße benachbarte Eiſen nicht im geringſten vermindert noch in ihrer Geſtalt verändert.

Uebrigens war, was ſich meine Leſer auch ohne meine Erwähnung denken werden, bey der ſachten Herablaſſung des Cylinders in das Glas die gröſte Sorgfalt angewendet worden, das Oehl nicht in ſchwan-

ſchwankende Bewegungen zu bringen; eben ſo waren auch Vorkehrungen getroffen, wodurch der Cylinder in ſeiner gehörigen Stellung feſt und bewegungslos gehalten wurde.

Da, nach meiner Meynung, gegen dieſen Verſuch ſich nichts einwenden läßt, und ſein Reſultat ganz unzweydeutig und entſcheidend iſt, ſo habe ich zur beſſern Vorſtellung dieſes Verſuchs noch das Kupfer Fig. 4. hinzugeſezt, worin im Durchſchnitt der ganze dabey gebrauchte Apparat klar und deutlich dargeſtellt iſt.

Wenn das Hauptreſultat der in den beyden erſten Capiteln dieſes Eſſay beſchriebenen Verſuche Grund zu ſchließen darbot, daß das Waſſer ein Nichtleiter der Wärme iſt; ſo beweißt der hier beſchriebene Verſuch gewiß ſehr genügend, daß das Oehl ebenfalls ein Nichtleiter der Wärme iſt: und dient noch dazu, um noch einen höhern Grad der Wahrſcheinlichkeit für die Vermuthung hervorzubringen, daß alle Flüſſigkeiten nothwendigerweiſe Nichtleiter der Wärme ſind.

Da das Queckſilber, als ein Metall im flüſſigen Zuſtande, in vielen Rückſichten vor allen an-

deren Flüssigkeiten sehr verschieden ist; so war ich sehr begierig zu erfahren, ob es mit diesen in dieser wesentlichen Eigenschaft, weshalb ich sie Nichtleiter der Wärme genannt habe, übereinstimme und ich fand durch das Resultat des folgenden, entscheidenden Versuches, daß dies wirklich der Fall sey.

36ster Versuch.

Nachdem ich das in dem vorher erwähnten Versuche gebrauchte Glas ausgeleert und gereinigt hatte, so füllte ich es wieder mit einer frischen Eisscheibe, in deren Mitte ebenfalls eine konische Eisspitze hervorragte. Das Glas wurde wieder mit einer Mischung aus gestoßenem Eise und Wasser umgeben und in derselben kalten Stube auf den Tisch gestellt. Nun wurde so viel eiskaltes Quecksilber in das Glas hineingegoßen, daß es ungefähr 1 Zoll hoch über die Eisscheibe stand. Die Oberfläche des Queckſilbers ward zuvor mit Löschpapier gereinigt worden und nachdem ich es ungefähr eine Stunde lang ruhig hatte stehen lassen, so senkte ich den erwärmten eisernen, in seine papierne Scheide geschobnen Cylinder vorsichtig in das Queckſilber hinein, befestigte ihn in seiner Stellung und ließ

ihn

ihn ſo mehrere Minuten lang in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll gerade über der Eisſpitze hängen.

Es iſt nothwendig zu erwähnen, daß die Papierſcheide, worin ſich der heiße Cylinder befand, wiederum $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer als die Grundfläche des Cylinders hinabhing; um den innern Bewegungen in der Maſſe des Queckſilbers vorzubeugen, die ſonſt durch das Emporſteigen und Verbreiten der Partikeln des Fluidi, die durch die Berührung des heißen Eiſens erwärmt und ſpecifiſch leichter geworden waren, nothwendig hätten entſtehn müſſen. Dieſe Vorſicht war ebenfalls auch und derſelben Urſache wegen in dem vorhergehenden Verſuche angewendet worden, wo Oehl ſtatt des Queckſilbers genommen war: ich habe ſie da zwar auch erwähnt, aber nicht ihren Grund angegeben.

Da die Eisſcheibe, auf der das Queckſilber ruhte, ſich genau in der Temperatur befand, worin das Eis durch den möglichſt geringſten Grad hinzukommender Wärme ſchmelzen muß; ſo mußte in dieſem Verſuche, wenn ſich nur etwas Wärme herabwärts durch das Queckſilber hindurch hätte verbreiten können, Waſſer erzeugt werden und dieſes Waſſer hätte bey der Hinwegnehmung des Cylinders

auf der Oberfläche des Queckſilbers ſich zeigen müſſen: aber es war auch nicht der geringſte Anſchein von Schmelzung des Eiſes zu entdecken.

Um auszufinden, ob die Eisſcheibe ſich auch wirklich in der Temperatur befand, worin ſie durch den geringſten Grad hinzukommender Wärme zum Schmelzen gebracht werden müſſe; ſo berührte ich unter dem Queckſilber das Eis mit der Spitze meines Fingers; und dieſer Verſuch entfernte alle meine Zweifel; denn ſo geſchickt und ſchnell ich dies auch that, ſo war es mir doch nicht möglich das Eis zu berühren, ohne daß ſich nicht ſogleich, wenn ich meinen Finger wegnahm, Spuren von erzeugtem Waſſer auf der klaren und glänzenden Oberfläche des Queckſilbers zeigten.

Aus den Reſultaten aller dieſer mit Verſuchen angeſtellten Nachforſchungen glaube ich mit Sicherheit ſchließen zu können: — daß Waſſer, Oehl und Queckſilber vollkommene Nichtleiter der Wärme ſind; oder daß von dem Augenblicke an, wo dieſe Stoffe die Form der Flüſſigkeit annehmen, alle wechſelſeitige Abtretung und Mittheilung der Wärme unter ihren Theilchen, und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern, ſchlechterdings unmöglich wird.

Daß

Daß dies auch von den Theilchen der Luft gelte, und also auch diese ein ausserordentlich unvollkommener Wärmeleiter sey; das habe ich in einer meiner Abhandlungen über die Wärme, die in den Transactions of the Royal Society abgedruckt ist, wie ich glaube nicht allein wahrscheinlich gemacht, sondern auch bewiesen: und ebenso habe ich in meinem sechsten Essay gezeigt; daß man vielen Grund zu schließen hat: daß auch den Theilchen des Dampfs und der Flamme dieselbe Eigenschaft zukomme.

Wenn aber alle wechselseitige Mittheilung und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern, oder de proche en proche, in so vielen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, — die noch dazu in vielen andern Rücksichten so wesentlich von einander unterschieden sind, — schlechterdings unmöglich ist; sollte dies uns nicht zu dem Schlusse hinlänglich berechtigen; — daß diese Eigenthümlichkeit allen flüssigen Körpern gemein sey; — ja daß sie sogar zum Wesen der Flüssigkeit selbst gehöre.

Man begreift leicht, daß die Entdeckung einer so wichtigen Thatsache viel in unsern Vorstellungen über die mechanischen Wirkungen der Natur, die bey

vielen ihrer groſsen Phänomenen Statt finden, und über die noch intereſſantern chemiſchen Operationen, die wir wohl lenken, aber nicht erklären können, ändern muß.

In meiner oben erwähnten Abhandlung über die Wärme, die in den Philoſophical Transactions für das Jahr 1792 ſteht, habe ich aus der Anwendung dieſer Entdeckung von der nichtleitenden Kraft der Luft, das Warmhalten der Thierhaare; — der Federn der Vögel; — der künſtlichen Bekleidung; — des Schnees, dieſes Winterkleides der Erde; — und eben ſo auch die Urſache der kalten Winde, die von den Pol-Gegenden kommen, und ihrer verſchiedenen Richtungen in den verſchiedenen Gegenden, die zu Ende des Winters und während der erſten Zeit des Frühlings ſtatt finden, zu erklären geſucht.

In meinem ſechſten Eſſay (über die Regierung des Feuers und Oekonomie des Brennmaterials) benutzte ich die Erfahrung von der nicht-wärme-leitenden Kraft des Dampfes und der Flamme zur Erklärung der Wirkungen des Löthrohrs, durch welche die Kraft der reinen Flamme vermehrt wird, und zur Aufſuchung der vortheilhafteſten Geſtalten der Kochgefäße. In dem dritten Capitel dieſes Eſ-

Etwas habe ich die Entdeckungen von der Art und Weise, wie die Wärme im Wasser fortgepflanzt wird, dazu angewendet um daraus zu zeigen; welcher Mittel sich der Schöpfer der Welt wahrscheinlich bedient hat, um die Temperaturen der verschiedenen Climate gleichmäßiger zu machen und die schlimmen Folgen allzugroßer Wärme und Kälte auf der Oberfläche der Erdkugel zu verhindern. Aber noch ist eine sehr interessante Anwendung dieser Entdeckungen übrig, die nämlich, welche sich auf Chemie, Vegetation, und thierische Oekonomie machen läßt: und ich bitte um Erlaubniß, diese den Kennern dieser Wissenschaften auf das ernstlichste empfehlen zu dürfen.

Sie wird, wenn ich mich nicht sehr irre, ein neues Licht über viele der geheimnisvollen Naturprozesse werfen, in welchen leblose Körper in Bewegung gesetzt, ihre Gestalten verändert, ihre Bestandtheile getrennt und in neue Verbindungen gesetzt werden; und es ist möglich, daß sie uns in den Stand setzt, durch mechanische Prinzipien die wunderbaren Erscheinungen der Wahlanziehungen der Körper erklären zu können, die man chemische Verwandtschaften zu nennen pflegt und die noch Niemand zu erklären versucht hat. Vielleicht findet man

so,

so, daß alle Veränderungen des Zustandes jedes Stoffs lediglich durch die Wärme allein hervorgebracht werden; daß jede Concretion ein wahres Gefrieren ist, durch Kälte oder Verminderung der Wärme bewirkt; daß, umgekehrt, jeder Uebergang aus dem festen Zustande in den flüssigen ein wahres Schmelzen ist; daß die Verkalkungen der Metalle auf trocknem und nassem Wege sich wirklich viel weniger von einander unterscheiden, als man bisher glaubte und daß kein Metall aufgelöst wird, bevor es nicht zuerst geschmolzen ist.

Eben so wird man vielleicht finden; daß die scheinbare Heftigkeit, mit der gewisse feste Stoffe von ihren flüssigen Auflösungsmitteln angegriffen werden, und die man, wie ich glaube, als einen Beweis der starken chemischen Verwandschaft betrachtete, nicht einer besonders starken Wahlverwandschaft oder Anziehung, sondern dem beträchtlichen Grade von Wärme oder Kälte, der bey ihrer Vereinigung mit ihren Auflösungsmitteln entsteht; oder der großen Verschiedenheit in der specifischen Schwere der Theilchen des Auflösungsmittels zuzuschreiben sey; welche Verschiedenheit, sowohl durch die Wärme, als durch die theilweis erfolgende Sättigung hervorgebracht wird.

Wenn

Wenn die flüſſigen Körper Nichtleiter der Wärme ſind, ſo folgt daraus nothwendig; daß bey jeder chemiſchen Auflöſung in dem Auflöſungsmittel ſelbſt, durch jeden Wechſel der Temperatur hinauf- und hinabſteigende Ströme hervorgebracht werden müſſen, deren Geſchwindigkeit von der größern oder geringern Veränderung der Temperatur abhängt: und da dieſe Ströme immer von neuem friſche Theilchen des Auflöſungsmittels mit dem feſten Körper in Berührung bringen, ſo iſt es klar, daß, bey übrigens gleichen Umſtänden, die Schnelligkeit, womit der Prozeß des Auflöſens vor ſich geht, ſich nach der Geſchwindigkeit dieſer Ströme, oder der Veränderung der Temperatur richten muß.

Wahrſcheinlich tragen aber noch mehr als dieſe durch die Veränderung der Temperatur entſtandene Ströme zur Beſchleunigung des Auflöſungsprozeſſes, die Ströme bey, die durch die Verſchiedenheit der ſpecifiſchen Schwere entſtehn, die zwiſchen den Theilen des Fluidi; die noch nichts aufgelößt haben und denen, die ſchon geſättigt ſind, Statt findet.

Wenn dieſe beyden Urſachen ſich zur Beſchleunigung der Bewegung ein und deſſelben Stromes vereinigen, oder wenn ihre Tendenzen dieſelbe Richtung

lung haben, wie das der Fall bey der Auflösung des gemeinen Kochsalzes im Wasser ist, so muß die Auflösung sehr schnell vor sich gehn.

Wenn Kochsalz in Wasser aufgelößt wird, so ist die specifische Schwere der gesättigten Auflösung größer, als die des reinen Wassers; daher muß die Auflösung in ihm niedersinken: und da in diesem Prozesse Kälte erzeugt wird, und das Wasser ein Nichtleiter der Wärme ist, so wird die specifische Schwere der gesättigten Auflösung durch die von der Kälte bewirkten Verdichtung immer mehr vermehrt und folglich auch ihr Fall im Wasser immer mehr beschleunigt.

Hier bietet sich eine interessante Frage dar; deren Auflösung zur Aufklärung dieses dunkeln Gegenstandes der Naturwissenschaft sehr viel beitragen würde; nämlich die: ob wohl in der Mischung einer festen Substanz mit einem flüssigen Auflösungsmittel, wobey Wärme erzeugt wird, der Prozeß des Auflösens vor sich gehen könne; wenn die durch chemische Vereinigung mit Theilen des festen Körpers entstandne Vermehrung der specifischen Schwere des Auflösungsmittels, genau der durch die Wärme bewirkten Verminderung seiner specifischen Schwere

das

das Gleichgewicht hielte, und ſo alſo der erwärmte geſättigte Theil des Auflöſungsmittels mit dem kalten genau ein und dieſelbe ſpezifiſche Schwere beſäße?

Wenn die anſcheinende Tendenz ſich einander zu nähern, die wir zuweilen zwiſchen feſten Körpern und ihren Auflöſungsmitteln wahrnehmen, wirklich Statt fände; — wenn es wirklich eine chemiſche Anziehung gäbe, dergleichen man bisher allgemein angenommen hat, die auf dem Wege der Wahlverwandtſchaft über die wirkliche Berührung hinauswirken ſoll, ſo müſte wahrſcheinlich auch unter dieſen Umſtänden die Auflöſung vor ſich gehn. Sollte aber dieſe Anziehung nicht als etwas Selbſtſtändiges in der Natur gegründet ſeyn, ſondern bloß auf dem hier erklärten Phänomen beruhn; ſo iſt es auſſer allen Zweifel, daß die Auflöſung, ob ſie gleich nicht abſolut unmöglich wäre, doch in dieſem Falle ſo langſam vor ſich gehen müſte, daß man ſie kaum bemerken würde.

Abſolut unmöglich würde die Auflöſung deshalb nicht ſeyn; weil die in Berührung mit dem feſten Körper ſtehenden Theilchen des Auflöſungsmittels, wenn ſie auch in dem Moment ihrer Sättigung keine Tendenz zur Verlaſſung ihrer Stellen

hätten,

ich eine Quantität der ſtärkſten Auflöſung des Kochſalzes in Waſſer, die ſehr klar, durchſichtig, vollkommen farbenlos und eiskalt war, zubereitet, und eben ſo auch zuvor eine Quantität ſüßes, reines, eiskaltes Waſſer mit Tournesolläppchen ſchwachroth gefärbt. Zuerſt goß ich in das innre cylindriſche Glas ſo viel von dem ſüßen Waſſer, bis daß es über 2 Zoll hoch damit angefüllt war; denn, mittelſt eines gläſernen Trichters, deſſen enge Mündung auf den Boden des Glaſes geſtellt wurde, eben ſo viel von der Kochſalz-Auflöſung. Es wurde bey dieſer Operation die gröſte Vorſicht gebraucht, daß durch die Hineingießung der Kochſalz-Auflöſung, das ſchon im Glaſe befindliche Waſſer nicht in innere Bewegung geſetzt wurde. Wie das geſchehen war, ſo blieb das ſüße Waſſer, das wegen ſeiner ſchwachrothen Farbe leicht zu unterſcheiden war, völlig abgeſondert von dieſer ſchwereren Salz-Auflöſung; auf der es ganz ruhig ſtund, und es zeigte auch nicht den geringſten Anſchein einer Geneigtheit ſich mit derſelben vermiſchen zu wollen.

Nun füllte ich den Zwiſchenraum zwiſchen den beyden Gläſern mit großen Eisſtücken, (denn zerſtoßenes Eis würde die Durchſicht verhindert haben,) und mit eiskaltem Waſſer zu einer Höhe von un-

ungefähr 5 Zoll an, und übergoß endlich die Oberfläche des gefärbten Wassers des innern Glases sehr sorgfältig mit eiskaltem Oliven-Oehle; so daß dieses ungefähr 1 Zoll hoch stand *). (Siehe Fig. 5. Taf. IV.) Ich sezte mich nun selbst an diesen Tisch, in einer Stellung, in der ich den Inhalt des innern Glases ganz deutlich übersehen konnte; um so das Resultat dieses Versuchs zu beobachten.

Nachdem ich über eine Stunde gewartet hatte, ohne den geringsten Anschein einer Bewegung zwischen der Salz-Auflösung und dem süßen Wasser, und einer wechselseitigen Vermischung derselben zu bemerken; so verließ ich die Stube.

Den nächsten Tag darauf fand ich alles genau noch in demselben Zustande, wie ich es verlassen hatte: und in diesem Zustande blieb die Mischung vier Tage lang, ohne die geringste Veränderung noch Neigung dazu zu zeigen.

Da ich jede Verlängerung des Versuchs nun für gänzlich unnütz hielt, so nahm ich nach Verlauf dieser

*) Dieses Oehl diente nicht allein dazu, um das Wasser, auf dem es ruhte, ruhig zu erhalten; sondern auch zur Verhinderung aller Mittheilung der Wärme zwischen dem Wasser und der Luft der Atmosphäre.

dieſer Zeit das kleine Gefäß heraus und ſetzte es, ohne es zu erſchüttern, an das Fenſter einer geheizten Stube.

Noch war keine Stunde vorbei, ſo bemerkte ich ſchon, daß das Salzwaſſer und das gefärbte ſüße Waſſer ſich zu vermiſchen anfiengen und nach 24 Stunden waren ſie, wie man aus der überall gleich röthlichen Farbe der ganzen unter dem Oehle befindlichen Maſſe erſehn konnte, auf das innigſte, durch und durch, vermiſcht.

Ich überlaſſe es den Phyſikern, aus den Reſultaten dieſer Verſuche ihre eignen Schlüſſe zu ziehn. Nur ein Reſultat, das daraus hervorzugehen ſcheint, will ich erwähnen, weil es nicht allein an ſich ſelbſt bemerkungswerth iſt, ſondern auch zu wichtigen Entdeckungen leiten kann. Dieſer Verſuch ſcheint mir nämlich ſtarke Gründe zu dem Schluſſe darzubieten: daß, wenn ein See recht tief iſt, das Waſſer nahe an der Oberfläche deſſelben, ſelbſt dann ſüß ſeyn müſte, wenn auch der Grund des Sees aus einer feſten Maſſe von Steinſalz beſtünde.

Sollte es wohl lächerlich ſeyn, wenn man durch Verſuche zu erfahren ſuchte, ob das Waſſer auf dem

dem Boden einiger sehr tiefen Seen mit Salz geschwängert ist? Fände sich dies wirklich so; welch ein unerschöpflicher Schatz würde dieß dann für eine Gegend des festen Landes seyn, wo das Salz rar ist.

Da man oft Gänge von Steinsalz in der Nachbarschaft süßer Seen gefunden hat; so läßt es sich wohl mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß das Gewässer derselben hin und wieder mit Lagen dieses Minerals in Berührung stehen mag. Als ich zuerst über diesen Gegenstand nachzudenken anfieng, so wunderte ich mich nicht darüber, daß man das Salzwasser, das sich auf dem Grunde eines süßen Sees befinden kann, noch nicht entdeckt habe; denn ich sahe wohl sogleich ein, daß in dem ordentlichen Lauf der Dinge dies nicht so leicht sich zeigen, ja auch nicht einmal Gründe für die Vermuthung seines Daseyns darbieten könnte: aber darüber erstaunte ich, daß Seen mit salzigem Wasser nicht häufiger gefunden werden; da doch die Gänge des Steinsalzes gewöhnlich über der mittleren Horizontal-Fläche einer Gegend zu liegen pflegen. Da diese Betrachtungen mich eben beschäftigten, als ich es als einen deutlichen Beweis der Weisheit und Güte des Schöpfers entdeckt zu haben glaubte,

daß er in den kalten Gegenden alle Seen mit süßem Wasser gefüllt habe; so fiengen die schlimmen Folgen, die daraus entstehen möchten, wenn durch einen leicht zu ereignenden Zufall ein solcher See mit einem Salzgebürge in Verührung käme, mich sehr zu beunruhigen an.

Soll ich es, — oder soll ich es nicht versuchen, meinem Leser einen Begriff von dem zu geben, was ich fühlte, als in den Gedanken und in der Bekümmerniß über diesen Gegenstand, die von Vielen bereits als ein thörichter Traum einer enthusiasmirten Einbildungskraft verlacht seyn mag, — ich auf einmal gewahr wurde, daß die allerwirksamsten Mittel getroffen sind, um diesen Uebeln, die ich befürchtete, vorzubeugen; daß selbst nach der Grundlage aller Dinge, und der gewöhnlichen, einförmigen Operation der bekannten Gesetze der Natur die beständige Existenz eines Sees, der Salz auf seiner Oberfläche besäße, schlechterdings unmöglich ist, selbst auch dann, wenn er von allen Seiten mit Salzgebürgen umgeben wär.

Wenn auch durch den Ausbruch eines Vulkans, eines Erdbebens, oder irgend einer andern großen Zerrüttung, die Ufer eines Sees mit einer großen

Lage

Lage von Steinsalz in Berührung gebracht und dadurch auch die ganze Masse seines Wassers auf eine Zeit lang salzig gemacht würde; so würde doch dies Uebel bald sein eignes Heilmittel von selbst bewirken. Das Einfallen der Erd- und Stein-Krusten, womit alle Salzgänge bedekt gefunden werden, (und ohne die sie auch nicht existiren könnten), würde bald das nakte Salz bedecken und das Wasser auf der Oberfläche der See würde wieder vollkommen süß werden. Sollte indeß der See so tief sey, daß auf dem Boden die Temperatur, Winter und Sommer hindurch, ohne merkliche Veränderung dieselbe bliebe; so ist es außer allen Zweifel, daß hier sein Wasser auf immer vollkommen mit Salze gesättigt bleiben würde.

Giebt es nicht aber Gründe zu schließen, daß das Wasser auf dem Boden eines jeden Sees nothwendig salzig seyn muß, selbst in den Gegenden, wo sich keine Salzminen in ihrer Nachbarschaft befinden?

Die See-Muscheln, die man häufig in den hohen Gegenden des festen Landes gefunden hat, so wie manche andre Erscheinungen, deuten sehr stark darauf hin, daß der größte Theil des festen Landes

einſt von dem Waſſer des Ozeans iſt bedeckt geweſen. Iſt dies nun wirklich einmal der Fall geweſen, ſo ſcheint es ſehr wahrſcheinlich, daß, ſo entfernt auch der Zeitpunkt ſeyn mag, in dem ſich dieſes ereignet hat, Salzwaſſer, das der Ozean bei ſeinem Abfluſſe auf dem Boden der tiefen Seen zurückließ, vermuthlich noch jetzt dort vorhanden iſt.

Ich kann dieſen Gegenſtand nicht verlaſſen, ohne zuvor noch zu bemerken, daß die Entdeckung von der Unmöglichkeit des dauernden Beſtandes deſſen, was offenbar ein Uebel ſeyn würde, gewiß nicht unſre Bewunderung der Weisheit des großen Baumeiſters der Welt vermindern kann.

II. Capitel.

Wasser wird auf seiner untern Fläche zum Gefrieren gebracht. — Beobachtungen über die Entstehung des Grundeises in den Flüssen. — Gründe, warum die Wärme sich in keiner Flüssigkeit ganz gleich verbreiten kann. — Beständige Bewegungen, die durch die ungleiche Verbreitung der Wärme in den Flüssigkeiten hervorgebracht werden. — Durch die innere Bewegung, in die die Flüssigkeiten bey der Fortpflanzung der Wärme versetzt werden, wird ein unbegreiflich schnelles Auf- und Absteigen ihrer Theilchen bewirkt. — Versuch, die Anzahl dieser Abwechselungen in einer gegebnen Zeit schätzen zu können. — Diese Untersuchungen ändern sehr unsre Vorstellungen von dem wahren Zustande der in scheinbarer Ruhe sich befindenden Flüssigkeiten. — Flüssigkeit kann das Leben der leblosen Körper genannt werden. — Muthmaßungen über das Lebensprinzip der lebendigen Thiere und über die Natur des physischen Reizes.

Ich will nicht weiter untersuchen, was das für eine mechanische Operation ist, die diejenigen Wirkun-

kungen hervorbringt, welche zur Entstehung der Idee von der Existenz einer Wahlverwandschaft Veranlassung gegeben haben; — welche Wahlverwandschaft ganz von der Schwerkraft verschieden seyn, und zwischen den festen Körpern und ihren flüssigen Auflösungsmitteln; wie auch zwischen den verschiedentlich gesättigten Theilen des Auflösungsmittels selbst statt finden soll. Genug, das Resultat des 57sten Versuchs beweißt: daß zwey Wassertheilchen, in denen sehr verschiedne Quantitäten von Kochsalz aufgelößt sind; oder von denen das eine ganz mit Salz gesättigt, das andre aber ganz frey von Salze ist, lange Zeit untereinander in Berührung stehen können, ohne nur die geringste Neigung zu einer gleichen Vertheilung des Salzes unter sich zu zeigen.

Wenn wir aber auch das, worauf dieser Versuch hinzudeuten scheint, als eine ausgemachte Thatsache annehmen, nämlich daß das, was man Wahlverwandtschaft zwischen den festen Körpern und ihren Auflösungsmitteln nennt, gar nicht in der Wirklichkeit existirt, sondern daß alle diese Bewegungen, die man dem Einflusse dieser vermeintlichen Kraft zugeschrieben hat; (so wie alle andre in den Flüssigkeiten Statt findenden Bewegungen,) unmittel-

selbare Wirkungen der nach unveränderlichen Gesetzen wirkenden Schwerkraft und der Veränderung der spezifischen Schwere sind, die durch die Wärme veranlaßt wird; so würde dennoch eine große Schwierigkeit in der Erklärung der chemischen Auflösung übrig bleiben. Denn da doch alle mechanische Operationen eine gewisse Zeit zu ihrer Verrichtung erfodern; ferner die in dem Fluido durch die Veränderung der spezifischen Schwere eines einzelnen Theilchens derselben entstehende Bewegung doch sogleich als eine solche Veränderung vor sich geht, eintreten muß, wenn keine Anziehung zwischen den Theilchen der festen Körper und ihrer Auflösungsmittel statt findet; und da endlich nach der Voraussetzung bey der Berührung jener Theilchen noch vor ihrer chemischen Vereinigung Wärme erzeugt und verschlukt wird; so weiß man sich keinen Grund anzugeben, woher es kommt, daß das Theilchen des Auflösungsmittels, dessen spezifische Schwere durch die Veränderung der Temperatur nothwendig verändert seyn muß, zufolge dieser veränderten Schwere nicht sogleich den festen Körper verläßt, noch ehe der Prozeß der Auflösung vollendet werden kann.

Vielleicht würde eine Untersuchung über die Wirkungen der vis inertiae, sowohl des Theilchens des

Auf-

Auflösungsmittels, deſſen ſpezifiſche Schwere verändert worden, als auch des übrigen Theils des Fluidi, und die Kenntniß des Widerſtandes, die dieſer der Bewegung eines jeden einzelnen Theilchens entgegen ſetzen muß, uns Schlüſſe an die Hand geben, dieſe Schwierigkeit entfernen zu können. Aber ich glaube, daß mehr als alle dergleichen ohne Thatſachen unterſtützte Schlüſſe uns das Reſultat des Verſuches befriedigen wird, den ich nun beſchreiben werde.

Wenn ſich über die Möglichkeit irgend einer Operation von beſondrer Art, die unter den unendlich kleinen, auch für das bewaffnete Auge unſichtbaren Theilchen der Körper in irgend einem Prozeſſe der Natur ſtatt finden ſoll, ein Zweifel erhebt; ſo iſt der kürzeſte Weg, dieſe Frage zu entſcheiden, der, daß man die bekannten Kräfte der Natur unter ſolchen Umſtänden in Thätigkeit ſetzt, daß die durch ſie hervorgebrachten Wirkungen auf das unzweydeutigſte zeigen müſſen, ob die Operation möglich iſt oder nicht: findet es ſich dann, daß ſie in einem Falle möglich iſt, ſo kann man dann mit weniger Mistrauen auf die Wahrſcheinlichkeit ihrer wirklichen Exiſtenz und dem im Gange ſtehenden Falle, ſchließen.

Die

Die Versuche des Hrn. De Luc und die meines Freundes, des Hrn. Charles Blagden haben es hinlänglich bewiesen: daß das Wasser, wenn es bis auf die Temperatur von ungefähr 41° nach Fahrenheit abgekühlt ist, aufhört, durch die Kälte verdichtet zu werden; daß es dann anfängt sich auszudehnen, und in dieser Ausdehnung stufenweis mit der fortdauernden Verminderung seiner Temperatur fortfährt, bis es zu Eis verwandelt worden. Auf diese sehr wichtigen Entdeckung mich stützend stellte ich folgenden Versuch an:

58ster Versuch.

Ich goß in ein großes Weinglas einen Zoll hoch Queckſilber, und darüber ungefähr noch einmal so viel Wasser, die beyde eine Temperatur von 60°, hatten. Das Weinglas wurde nun in eine seichte, irdne Schüssel gestellt, in der sich eine Frost erregende Mischung von Schnee und gemeinem Salze befand, die aber nicht weiter, als bis zur obern Fläche des Queckſilbers reichte. Nun beobachtete ich mit vieler Neugierde, in welchem Theile des Wassers das Eis zuerst entstehen würde. Daß es auf der Oberfläche desselben entstehen sollte, schien mir unmöglich zu seyn, weil der Versuch in einer geheizten

heizten Stube angestellt würde, wo also die Temperatur der Luft, die auf der Oberfläche des Wassers ruhte, beträchtlich über seinen Gefrierpunkt war.

Sollte das Eis auf der Grundfläche des Wassers, da wo es auf dem Queckſilber ruht, zuerſt ſich zeigen; ſo würde dies beweiſen, daß das Waſſer, ungeachtet der Verminderung der ſpezifiſchen Schwere, die es erleidet, während es von 41° bis zum 32° abkühlt, und ungeachtet der dadurch erhaltenen Tendenz, die Oberfläche des Queckſilbers zu verlaſſen, es dennoch eine Zeit auf derſelben verweile, die hinlänglich iſt, um es zum Gefrieren zu bringen, ehe es noch, ſo abgekühlt, entweichen kann.

Aus dem, was ich bisher geſagt habe, wird der Leſer von ſelbſt einſehen, daß ich bloß zur Beſtimmung dieſer letzterwähnten Thatſache, dieſen Verſuch erfand, und das Reſultat deſſelben wird ihm zeigen, daß er meinen Abſichten und Erwartungen völlig entſprach.

Das Eis entſtand, wie ich vermuthet hatte, auf der untern Fläche des Waſſers, wo es das Queckſilber berührte; und nicht allein unter dieſen Umſtänden, ſondern auch da, als ich den Verſuch dahin

hin abänderte, daß ich über Queckſilber, welches ich zuvor bis auf 19° Fahrenheit abgekühlt hatte, ſachte kochendheißes Waſſer goß. Dieſes gefror augenblicklich und bildete nach und nach eine dicke Eiskruſte, die das Queckſilber bedeckte, obgleich faſt die ganze Maſſe des ungefrornen Waſſers über dem Eiſe beinahe kochend heiß blieb.

Dieſer Verſuch beantwortet nicht allein die Frage, zu deren Entſcheidung er unternommen wurde, ſondern ſetzt uns auch in den Stand, eine richtige Vorſtellung von einer Thatſache bilden zu können, die der Gegenſtand vieler Streitigkeiten geweſen iſt.

Man hat nämlich immer noch Zweifel gehegt, ob das Eis, das man nach ſo vielen herausgekommenen Nachrichten, zuweilen auf dem Boden der Flüſſe gefunden hat, auch wirklich am Boden deſſelben ſich bilden könne? Nach dem Reſultate des gegenwärtigen Verſuches ſcheint es mir allerdings möglich; doch aber nur dann, wenn ein Fluß ſeine Ufer verläßt und über einen Erdboden ſich verbreitet, der zuvor durch einen langen ſtrengen Froſt nicht allein beträchtlich tief gefroren, ſondern auch noch mehrere Grade unter dem Gefrierpunkt erkältet worden iſt; hier in dieſem Falle kann das Eis

wirk-

wirklich auf der Grundfläche des Waſſers entſtehen. Aber alle Verſuche, die über das Gefrieren des Waſſers ſind angeſtellt worden, zeigen, daß es abſolut unmöglich iſt, daß auf dem Boden eines Fluſſes, der nie ſein Ufer verläßt, er mag in einer Gegend fließen, wo es auch ſey, Eis entſtehen könne.

Aus den verſchiedenen Reſultaten, die die Art und Weiſe der Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten darbietet, läßt ſich auch ferner folgern: daß in keiner Flüſſigkeit, die dem Tageslicht ausgeſetzt iſt, ihre Maſſe ſey auch noch ſo geringe, die Temperatur durchaus ein und dieſelbe ſeyn kann; und daß alſo die Verſchiedenheit der Wärme ihrer verſchiedenen Theilchen beſtändige Bewegungen in ihr hervorbringen muß.

Nehmen wir zum Beiſpiel ein gewöhnliches Weinglas, auf deſſen Boden ein Stück Geld, ein kleiner Stein, oder ſonſt ein feſter undurchſichtiger Körper ſich befindet, und das mit Waſſer angefüllt, den Strahlen der Sonne ausgeſetzt iſt; ſo werden dieſe durch das Waſſer gehn und in den feſten Körper, der auf dem Boden des Glaſes liegt, eindringen und von ihm verſchluckt werden; da aber das aufgefangene und verſchluckte Licht immer Wärme er-

erzeugt, so werden die auch hier verschluckten Lichtstrahlen nothwendig Wärme hervorbringen müssen; von der ein Theil sich den innern Partikelchen des festen Körpers, der andre aber den ihn umgebenden kältern Theilchen des Wassers mittheilen wird.

Wir wollen den Fall setzen: die auf diese Art einem für sich bestehenden Partikelchen des Wassers mitgetheilte Wärme-Quantität wär so klein, daß die durch sie in dem Partikelchen bewirkte Verminderung seiner spezifischen Schwere nur eben hinreichte, um sich nun in der Masse der Flüssigkeit in dem kleinsten Grade der Geschwindigkeit, der für unser Gesichtsorgan noch bemerkbar ist, in die Höhe erheben zu können; so würde diese Geschwindigkeit, sofern das in der Bewegung sich befindende Partikelchen noch groß genug wär, um gesehen werden zu können, ungefähr den hundertsten Theil eines Zolls in einer Sekunde betragen.

Diese Bewegung, so äußerst gering sie uns auch erscheint, wenn wir sie mit denen vergleichen, die in den verschiedenen uns umgebenden Körpern Statt finden, würde doch zu unserm Erstaunen eine sehr schnelle Orts-Veränderung in den Wassertheilchen hervorbringen.

Gesetzt,

Gesetzt, der Durchmesser der für sich bestehenden Wassertheilchen oder Wasserkügelchen betrüge den millionsten Theil eines Zolls: — (es ist sehr wahrscheinlich, daß er noch kleiner ist *) — so würde ein solches einzelnes Wasserkügelchen, das sich mit der erwähnten Geschwindigkeit, nämlich, des hundertsten Theils eines Zolls in einer Sekunde, durch eine ruhige Masse dieser Flüssigkeit bewegt, in einer Sekunde, einen Raum durchdringen, der zehntausendmal länger ist als sein Durchmesser; es würde also folglich in dieser Zeit zum wenigsten mit sechshunderttausend verschiedenen Theilchen des Wassers in Berührung kommen.

Hieraus erhellet, wie unbegreiflich kurz die Zeit seyn muß, während welcher ein solches in Bewegung gesetztes einzelnes Theilchen irgend einer Flüssigkeit, mit einem andern sich in Ruhe befindendem ein-

*) Blatt-Gold, so wie es von den Goldschlägern zubereitet und verkauft wird, ist nicht den vierten Theil so dick, als der Durchmesser der selbstständigen Wassertheilchen hier ist angenommen worden. Die Blättchen dieses festen Metalls sind nach angestellter Berechnung $\frac{1}{282000}$ Zoll dick. Um wie viel kleiner müste also der Durchmesser eines selbstständigen Goldtheilchens seyn?

einzelnen Theilchen in Berührung bleibt, auf das es in seinem Durchgange durch die ruhige Masse der Flüssigkeit, (so langsam auch dieser Durchgang vor sich zu gehen scheint), gestoßen ist.

Nehmen wir an, daß die Berührung so lange dauert, als das sich bewegende Partikelchen Zeit gebraucht, um einen Raum zu durchlaufen, der gleich der Länge seines Durchmessers ist; — denn das ist nur möglich und schon mehr als wahrscheinlich, so kann in dem eben festgesetzten Falle die Berührung nicht länger dauern, als $\frac{1}{1600}$ einer Sekunde. Dies ist die Zeit, die eine Kanonenkugel, die mit ihrer größten Geschwindigkeit fliegt, (nemlich 1600 Fuß in einer Sekunde) braucht, um 2 Zoll vorwärts zu kommen.

Wenn die Kanonenkugel eine neun Pfünder ist, so wird ihr Durchmesser vier Zoll seyn; und wenn sie sich mit einer Geschwindigkeit von 1600 Fuß (= 19200 Zoll) in einer Sekunde bewegt, so wird sie in einer Sekunde einen Weg zurücklegen, der gerade 4800 mal länger ist als ihr Durchmesser. Wir haben aber gesehen, daß ein Wassertheilchen, das sich mit der Geschwindigkeit von $\frac{1}{150}$ Zoll in einer

Se-

Sekunde bewegt, in dieser Zeit wirklich einen Weg durchläuft, der 10,000 mal länger ist, als sein Durchmesser. Hieraus sieht man, daß die Geschwindigkeit, mit welcher der sich bewegende Körper den Raum verläßt, den er einnimmt, im Wassertheilchen mehr als zweymal größer ist, als in der Kanonenkugel.

Wir können noch eine Berechnung anstellen, die zu immer mehrerer Berichtigung unsrer Vorstellungen über diesen Gegenstand das ihrige beitragen kann. Bei der Betrachtung solcher unsichtbaren Operationen der Natur, die nur der schärfste Blick des Verstandes entdecken und festhalten kann, ist es gewiß nichts überflüssiges, wenn wir alle mögliche Mittel ergreifen, die den Verstand erleuchten und die Einbildungskraft erregen können.

Da auf einander folgende Veränderungen, die für unsre Sinne bemerkbar seyn sollen, nicht mehr als zehnmal in einer Sekunde *) sich ereignen dürfen,

*) Diese Behauptung kann, in so weit zum wenigsten, als sie Gegenstände des Gesichts betrifft, durch folgenden, leichten Versuch bestätigt werden. Man lasse ein Rad mit irgend einer bekannten Anzahl Speichen mit

sen; so sieht man, daß, wenn ein Wassertheilchen in seiner Bewegung durch die ruhige Masse dieser Flüssigkeit in einer Sekunde nur $\frac{1}{100}$ Zoll zurücklegt, seine nach einander erfolgenden Zusammenstoßungen mit den verschiedenen ruhenden Theilchen dieser Flüssigkeit, die es auf seinem Wege antrifft, unbegreiflich schnell vor sich gehen müssen, weil nicht weniger als ein Tausend derselben, in den kürzesten Zeittheilen, die wir noch unterscheiden können, wirklich nach einander eintreten.

Wahrscheinlich wird es der Bemerkung meiner gelehrten Leser nicht entgangen seyn, daß die Geschwindigkeit, die ich hier einem einzelnen Wassertheilchen, das zufolge einer durch die Wärme bewirkten Verminderung seiner specifischen Schwere in diesem Fluido in die Höhe steigt, beygelegt habe; ob sie gleich sehr gering scheint, doch wahrscheinlich um ein beträchtliches größer ist, als ein einzelnes für sich

mit einer solchen Geschwindigkeit um seine Are drehn, bis die Speichen anfangen, unsichtbar oder unkenntlich zu werden: aus der Geschwindigkeit des Rades und der Anzahl seiner Speichen wird man nun leicht diese Thatsache entscheiden können.

ſich beſtehendes Waſſertheilchen unter dieſen angenommenen Umſtänden, die Veränderung der Temperatur ſey auch noch ſo groß, je erhalten kann, weil der Widerſtand zu groß iſt, den ihm die ruhigen Theilchen der Flüſſigkeit in ſeiner Bewegung entgegen ſetzen würden. Da ich dieſen Einwurf erwartete und ihm doch gern gehörig begegnen wollte, ſo nahm ich mir die Mühe, nach den von Iſaak Newton in ſeinen Principiis Buch II. Abſchn. VII. gegebnen Regeln zu berechnen, welches die gröſte Geſchwindigkeit iſt, die ein einzelnes Waſſertheilchen (ſeinen Durchmeſſer zu $\frac{1}{100000}$ Zoll angenommen) bey einer gegebnen Veränderung ſeiner ſpezifiſchen Schwere erhalten kann: und ich fand, daß, wenn man den genaueſten Verſuchen gemäß, die ſpezifiſche Schwere des Waſſers in der Temperatur von 32° Fahrenheit, zu 1,00082, und in der Temperatur von 80°, zu 0,99759, annimmt, ein einzelnes Waſſertheilchen von 80° Temperatur ſich in einer ruhigen Maſſe dieſer Flüſſigkeit, von 32° Temperatur, mit der Geſchwindigkeit von $\frac{1}{2038}$ Zoll in einer Sekunde in die Höhe bewegen kann. Der Mittelzahl nach iſt das ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll in einer Stunde. — Uebrigens verſteht es ſich von ſelbſt, daß wenn mehrere Partikelchen ſich zuſammen vereinen und Ströme bilden, ſie ſich durch das ruhende Fluidum leich-

ter einen Weg bahnen, also auch schneller sich bewegen können.

Nachdem wir das Resultat dieser Nachforschung geduldig untersucht und die Einbildungskraft mit der Betrachtung der interessanten Thatsachen, die es darbietet, vertraut gemacht haben; so werden sich nun auch unsre Vorstellungen von dem wahren Zustande der flüssigen Körper, die sich in Ruhe zu befinden scheinen, sehr geändert haben. Jetzt werden sie uns als das erscheinen, was sie ohne Zweifel wirklich sind, nämlich als eine Anhäufung von einer zahllosen Menge unendlich kleiner Partikelchen, die sich mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit ohne Aufhören bewegen.

So können wir denn die Flüssigkeit als das Leben der lebloſen Körper und das Gerinnen oder Gefrieren als den Todesschlaf der unorganischen Materie ansehn; und so werden wir auch aufhören, Thätigkeit, oder Kraftäußerungen irgend einer Art der todten, bewegungslosen Materie zuzuschreiben.

Was sollen wir uns aber unter dem Lebens-Prinzip der lebendigen Thiere vorstellen? — Hängt nicht vielleicht auch ihr Leben von den innern, durch

die ungleiche Vertheilung der Wärme hervorgebrachten Bewegungen ihrer Flüssigkeiten ab? — und sollte nicht vielleicht in allen Fällen der Reiz bloß eine mechanische Wirkung der Mittheilung der Wärme seyn?

Es ist eine Meinung, die, wie wir wissen, schon zu den Zeiten Moses herrschte; daß das Leben der Thiere in ihrem Blute seinen Sitz habe; und wahrscheinlich ist sie noch älter. Sie wurde kürzlich wieder von einem, nun verstorbenen, Anatomiker und Physiologen vorgetragen, der wegen seiner Scharfsichtigkeit sehr berühmt war, und es scheint mir, daß die neuen Entdeckungen über die Art der Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten diesem Gegenstande viel Licht, und dieser Hypothese einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit ertheilen.

Nach dieser Hypothese und ihrer gegenwärtigen Erklärung, muß alles das, was die Ungleichheit der Vertheilung der Wärme in der Blutmasse, selbst ohne unmittelbare Vergrößerung ihrer Quantität, vermehrt, auch die Intensität der Operationen vermehren, in denen das Leben besteht. Und giebt es nicht viele auffallende Beweise, daß dies wirklich so ist?

Giebt

Hielt nicht augenscheinlich die Tendenz des Alkohols, der Verdauung, des unmerklichen Ausdünstens, (nämlich nach unsern angenommenen Grundsätzen von der Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten) dahin, diese Ungleichheit der Wärme in den thierischen Säften hervorzubringen und zu erhalten? Und sehen wir nicht, wie unmittelbar und stark sie die Intensität der Aktionen der Lebenskräfte vermehren? —

Wenn das thierische Leben wesentlich von diesen innern Bewegungen der thierischen Säfte abhängt, die, wie wir gesehen haben, durch die von der Verschiedenheit der Temperatur erzeugten Veränderungen der specifischen Schwere ihrer selbstständigen Theilchen oder Kügelchen hervorgebracht werden; so ist es klar, daß durch gehörige und schickliche Anwendung der Wärme oder Kälte die Lebenskräfte gestärkt, oder ihre Aktion vermehrt werden kann. Und bestätigt dies nicht die Erfahrung? Bringen nicht die hitzigen Getränke zu St. Petersburg und die Eis-Limonade zu Neapel, durch dieselben mechanischen Operationen, nur in entgegengesetzten Richtungen, dieselben Wirkungen hervor? Trägt nicht zur Erhaltung der Ungleichheit der Temperatur, die dem Leben so wesentlich ist, der Verlust

der

der Wärme, durch das unmerkliche Ausdünsten, eben so wirksam bey, als das Aufnehmen der Wärme durchs Athemholen?

Sind nicht die plötzliche Gerinnung des Bluts, wenn es aus einem lebenden Thiere gezogen wird, und alle die andern schnellen Veränderungen, die sich in ihm zeigen, deutliche Beweise von einer ungleichen Vertheilung der Wärme? Und befördern nicht die Zähigkeit des Bluts, so wie seine beständigen Bewegungen in dem Gefäß-System sehr kräftig die Erhaltung dieser Ungleichheit?

Entstehen nicht die gelbblauen Flecke auf der Oberfläche des Körpers, die den Anfang eines Absterbens anzeigen, zufolge einer Trennung, oder eines Niederschlags der fremdartigen Theilchen der thierischen Flüssigkeiten, und zwar vermittelst der, durch die Ruhe oder durch eine Unterbrechung des Umlaufs veranlaßten, Veränderung ihrer specifischen Schweren und eigenthümlichen Temperaturen? Und könnten wir sie nicht ganz eigentlich solche Flüssigkeiten für todt erklären?

Würde nicht eine jede Flüssigkeit, in der die Wärme ganz gleich vertheilt wäre, ein tödtliches

Gift

Wüste für ein lebendes Thier werden, wenn man sie in seine Adern einspritzte? Ja wenn auch selbst diese eingespritzte Flüssigkeit ein Theil des eignen Bluts, der Lymphe, oder eines andern Bestandtheils dieses Thieres wäre und sie sich überdies noch genau in der mittleren Temperatur befände, die diese heilsamen Flüssigkeiten in den Blut- und Pulsadern des Thieres haben?

Ist nicht Drüsen-Absonderung (glandular secretion) ein wahrer Niederschlag? und ist es nicht möglich, daß die Bildung der festen Theile, und der Wuchs eines thierischen Körpers durch einen Prozeß bewirkt werden, der der Gerinnung genau ähnlich ist? Bieten sich nicht sogar Umstände dar, aus denen wir mit einem beträchtlichen Grade von Wahrscheinlichkeit schließen können; daß die meisten dieser Gerinnungen in oder um die Temperatur des kochenden Wassers herum entstehen.

Doch ich will mich nicht weiter über diesen Gegenstand auslassen. Wie ich finde, habe ich mich ganz unvermuthet in einem Gefilde verlohren, wo, wenn ich weiter eindränge, ich mich gewiß der Gefahr aussetzen würde, als ein feindseliger Frem-

der betrachtet und behandelt zu werden; ich will also eiligst, auf meinen Rückzug denken: und dies kann nicht besser geschehen, als wenn ich diesem Capitel plötzlich ein Ende mache.

III. Capitel.

Wahrſcheinlichkeit, daß häufig intenſive Wärme in den abgeſonderten Theilchen der Flüſſigkeiten exiſtirt, welche weder das Gefühl noch das Thermometer entdecken kann. — Eine auf dieſe Vermuthung gegründete Erklärung von der Ausdünſtung des Eiſes während des ſtrengſten Froſtes. — Wahrſcheinlichkeit, daß die den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Metalle auch ausdünſten würden, wenn ſie nicht gute Leiter der Wärme wären. — Queckſilber dünſtet wirklich in der mittlern Temperatur der Atmoſphäre aus. — Dieſe Thatſache iſt ein auffallender Beweis, daß flüſſiges Queckſilber ein Nichtleiter der Wärme iſt. — Wahrſcheinlichkeit, daß die durch die Lichtſtrahlen erzeugte Wärme immer dieſelbe Intenſität hat, und daß die Wirkungen, die man dem Lichte zuſchreibt, in allen Fällen, der durch daſſelbe erzeugten Wärme zukommen. — Ein auffallender Beweis, daß die gröſte intenſive Wärme zuweilen da Statt findet, wo wir ſie nicht erwarten ſollten. — Gold wird wirklich durch die in der atmoſphäriſchen Luft befindliche Wärme geſchmolzen; ob man gleich kein Feuer noch rothe Glühhitze gewahr wird. — Man muß ſich ſehr vorſehn, wenn man Wirkungen, die denen ähnlich ſind, die durch die Wärme erzeugt worden, der Thätigkeit un-

cken pflegen) mit dem Eise in Berührung kommen, so viel intensive Hitze haben, um einzelne Eistheilchen, die sie berühren, nicht bloß schmelzen, sondern auch das daraus entstandne Wasser, bevor es aufs neue gefriert, in Dampf verwandeln zu können. Oder wir müssen annehmen, daß dieses durch die intensive Hitze bewirkt werde, die sich in den kleinen hervorspringenden Eisspitzchen aus dem verschlackten Lichte erzeugt. Der Umstand, daß Eis ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, macht es sehr wahrscheinlich, daß diese in Frage stehende Begebenheit auf die erwähnte doppelte Art geschehen kann.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß selbst die Metalle, wenn sie solche sehr schlechte Wärmeleiter wären, wie sie gute sind, den Strahlen der Sonne ausgesetzt, ausdünsten würden, und vielleicht auch unter Umständen, wo diese Begebenheit noch ausserordentlicher erscheinen würde.

Von dem Quecksilber hat man wirklich gefunden, daß es in der mittleren Temperatur der Atmosphäre ausdünstet. Was für ein auffallender Beweis ist dieß, daß das flüssige Quecksilber ein Nichtleiter der Wärme ist: und daß, da eine sehr große intensive Hitze erzeugt worden und Statt finden kann,

wo

wo man ſie gewöhnlicherweiſe nicht vermuthen ſollte. Und bietet nicht das Verdünſten des Waſſers in der mittleren Temperatur der Atmoſphäre noch einen andern Beweis für dieſe letzte Thatſache dar?

Es läßt ſich gar nicht bezweifeln, daß ſehr oft die gröſte intenſive Hitze in den kleinſten Partikelchen feſter Körper, die in den Maſſen kalter Flüſſigkeiten herumſchwimmen, hervorgebracht wird. Man weiß, welch eine intenſive Hitze die Sonnenſtrahlen zu erzeugen fähig ſind: und es ſcheint ſehr wahrſcheinlich zu ſeyn, daß die durch ſie erzeugte Hitze immer dieſelbe iſt; nemlich die höchſte Intenſität hat. Wenn aber der Strahlen nur wenige ſind, und die Umſtände keine Anhäufung der durch ſie erzeugten Hitze zulaſſen, ſo wird ſie oft ſo ſchnell wieder geſtreut, daß ſie weder für unſre Organe noch für unſre Inſtrumente bemerkbar wird, und zuweilen läßt ſie gar keine Spuren ihrer Exiſtenz zurück.

Warum ſollten wir daher nicht annehmen dürfen, daß ein Sonnenſtrahl, der beym Durchſtreichen durch eine Maſſe kaltes Waſſer zufällig auf ein unendlich kleines darin ſchwimmendes Theilchen einer feſten, undurchſichtigen Materie trifft, und davon verſchluckt wird, in dieſem eine Wärme von derſelben

den Intenſität, als ſie in dem Brennpunkte des ſtärkſten Brennſpiegels oder Brennglaſes ſtatt findet, erzeugen könne?

Hr. Sennebier hat uns eine Menge intereſſanter Verſuche beſchrieben, die er über die Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf verſchiedene Körper angeſtellt hat: warum ſollten wir nun nicht dieſe Wirkungen der intenſiven örtlichen Hitze zuſchreiben können, die durch das von den unendlich kleinen, und, wenn ich ſo ſagen darf, iſolirten Theilchen der Körper verſchluckte Licht erzeugt wird.

Bey dieſen Verſuchen wurde z. B. das Holz von verſchiedner Art auf ſeiner Oberfläche braun. Dieſelben Erſcheinungen können vielleicht in einer kürzeren Zeit durch die Strahlen eines rothglühenden Eiſens hervorgebracht werden, die die Oberfläche des Holzes unvollkommen verkohlen. Sollte nicht aber auch das Braunwerden der Oberflächen der Hölzer durch das Sonnenlicht in den Verſuchen des Hrn. Sennebiers, ein unvollkommenes Verkohlen derſelben ſeyn? — Und iſt es möglich, daß ein geringerer Grad der Hitze, als der des Glühens dieſe Wirkung hervorbringen kann?

Un-

Unter den vielen Thatsachen, die sich anführen lassen, um zu beweisen, daß die gröste intensive Hitze Statt finden kann, und häufig wirklich da Statt findet, wo man sie nicht erwarten sollte; scheint mir folgende die auffallendste und überzeugendste zu seyn. Man nimmt, wie ich glaube, allgemein an, daß die durchs Verbrennen der Brennmaterialien erzeugte Intensität der Hitze, bey einem kleinen Feuer viel geringer sey, als bey einem großen; aber man hat Grund zu glauben, daß dies eine irrige Meinung ist, die sich auf Erscheinungen gründet, aus denen sich dies nicht schließen läßt. Wenigstens ist es gewiß, daß die intensive Hitze eines großen Schmelzofens, so wie sie zum Schmelzen der härtesten Metalle nöthig ist, wirklich in der schwachen Flamme des kleinsten Lichtes existirt: und was noch wunderbarer scheinen mag, ist dies, daß dieser intensive Grad der Hitze oft in der Luft der Atmosphäre Statt findet, ohne sichtbare Zeichen der Hitze von sich zu geben. Dies will ich nun darthun.

Eisen wird, wie bekannt, in der Temperatur von ungefähr 1000° nach Fahrenheit völlig rothglühend. Messing schmilzt bey 3807°, Kupfer bey 4587°, Silber bey 4717°, und Gold bey 5237°. Wo also das Gold eine Schmelzung erleidet, da

muß

muß natürlich dieſe letzte Temperatur von 5037° nach Fahrenheit Statt finden. Fein geſchlagener Gold- Silber- und Kupferdrath, ſo wie man ihn zu den Treſſen braucht, ſchmilzt aber augenblicklich, wenn man ihn in die Flamme eines Lichtes, und ſogar auch in wenigen Sekunden, wenn man ihn einen Zoll hoch über dieſelbe hält; wo doch gar keine Spur von Feuer und Glühen zu ſehen iſt.

Aus der wichtigen Belehrung, die das Reſultat dieſer Verſuche uns darbietet, ſehen wir, wie vorſichtig wir in der Bildung unſerer Meinungen über die Intenſität der Hitze ſeyn müſſen, die in den unſichtbaren iſolirten Theilchen irgend eines Stoffes, die vielleicht in einem gegebnen Raum verbreitet ſind, oder in einer Flüſſigkeit ſchwimmen, Statt finden kann; wo es nicht leicht möglich iſt, daß unſer Gefühl oder unſere Thermometer von ihm affizirt werden können.

Ein Thermometer kann überhaupt nicht mehr leiſten, als daß es das Mittel der verſchiedenen Temperaturen aller der Körper und Theilchen der Materie, die mit ihm in Berührung kommen, anzeigen kann. Iſt es in der Luft aufgehängt, ſo zeigt es das Mittel der Temperaturen, der mit ihm in Be-

Berührung kommenden Lufttheilchen; über die relativen Temperaturen dieser Lufttheilchen kann es uns nie eine Auskunft gewähren.

Wenn während des stärksten Frostes ein Thermometer in der Nähe eines brennenden Lichtes, — zum Beyspiel nur einige Füß weit, davon entfernt, aufgehängt wär; so ist gar kein Zweifel, daß, da die Luft ein Nichtleiter der Wärme ist, einige dergleichen vereinzelte Lufttheilchen, die durch das Licht die intensive Hitze des Gold-Schmelzens erlangt haben, das Thermometer erreichen würden; aber weder das Thermometer, noch die dahin gehaltne Hand können von der Ankunft eines solchen Theilchens eine Anzeige geben.

Man sieht hieraus, daß selbst ein hoher Grad freyer Wärme vorhanden seyn könne, ohne daß man sie empfände oder nur vermuthete; und daß sie vielleicht selbst da, wo man sie nicht wahrnimmt, sehr wirksam ist. Billig muß man daher sehr behutsam seyn, bey Wirkungen, denen analog, die das Feuer hervorbringt, zu andern Wirkungsmitteln, besonders zu unbekannten, seine Zuflucht zu nehmen. Und das gilt auch besonders von den Wirkungen, die durch das Aussetzen verschiedener

Körper gegen die Sonnenstrahlen hervorgebracht wurden.

Wenn die, in dem Brennpunkte eines Brennglases concentrirten Sonnenstrahlen, die auf ein Stück Holz geworfen werden, dessen Oberfläche schwarz färben und verkohlen, warum sollten wir da nicht schließen; daß die Veränderung der Farbe, die nach und nach, oder langsamer in demselben Holze hervorgebracht wird, wenn es den einfachen Strahlen der Sonne ausgesetzt ist, auch auf dieselbe Art bewirkt werde?

Der Unterschied in den Zeiten, die in diesen beyden Fällen erforderlich sind, um ähnliche Wirkungen hervorzubringen, ist kein Beweis; daß sie nicht auf dieselbe Art hervorgebracht werden. Denn wenn sie beide, wie ich annehme, bloß durch die Kraft der Hitze erzeugt werden; dann werden sich die in irgend einer Zeit hervorgebrachten Wirkungen, nicht, nach der Dichtigkeit des Lichtes, oder nach der Anzahl der Strahlen, sondern nach dem Theil der erzeugten Wärme richten, der nicht unmittelbar von der Luft fortgerissen und zerstreut wird, sondern Zeit genug hat, seine eigenthümliche Wirkung in dem Holze hervorzubringen. Die Wirkung muß also in dem gehörigen Verhältnisse un-

ungleich gröſſer ſeyn, wenn die Strahlen concentrirt ſind, als wenn ſie es nicht ſind.

Hornſilber, (Luna cornea) wenn es dem Lichte ausgeſetzt wird, ändert auch ſeine Farbe: — aber warum ſollten wir nicht dieſe Verwandelung der Entziehung des mit dem Metall vereinten Sauerſtoffs zuſchreiben, die durch die von dem Lichte erzeugte Wärme bewirkt wird? Um jeden möglichen Einwand gegen dieſe Erklärung dieſes Phänomens zu entfernen, ſcheint nichts weiter nöthig zu ſeyn, als anzunehmen, was allgemein bekannt iſt; daß dieſer metalliſche Oxyd ohne irgend eine Zuthat, durch einige Grad Hitze reducirt werden kann; und daß dieſe Subſtanz ein ſchlechter Wärmeleiter iſt.

Sollte nicht die Annahme unſre Hypotheſe von der Intenſität der Wärme, die durch Verſchluckung des Lichtes erzeugt wird und von den Flüſſigkeiten, als Nichtleitern der Wärme, uns in den Stand ſetzen, auf eine genügendere Art, als bisher geſchehen iſt, die Wirkungen des Sonnenlichts beym Bleichen der naſſen Leinewand und beym Reduciren einiger metalliſchen Oxyden oder Metall-Kalke erklären zu können? — Und giebt ſie uns nicht auch einen befriedigenden Aufſchluß über die Entſtehung der Lebens-

luft, in den schönen Versuche des Dokt. Ingenhouß, wo die grünen Blätter der Vegetabilien, in Wasser getaucht, den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden?

Herr Sennebier hat gezeigt, daß wenn man den färbenden Stoff der frischen grünen Blätter der Vegetabilien durch Weingeist auszieht, dieser eine schöne grüne Farbe bekommt; die aber, wenn man diese Tinktur in einem durchsichtigen Glase in Berührung mit Sauerstoffgas den Sonnenstrahlen aussetzt, in wenig Minuten zerstört, oder vielmehr in ein schmuziges Braun verwandelt wird: — warum sollten wir nicht diesen Prozeß als ein wahres Verbrennen betrachten können?

Die Wärme, die dabey der Weingeist erhält, und die, wie ich bey oftmaligen Wiederholungen des Versuches gefunden habe, sehr beträchtlich ist, — und die Nothwendigkeit, daß Sauerstoffgas bey diesem Versuche gegenwärtig seyn muß, wenn er gelingen soll; deuten ja offenbar dahin, daß hier etwas dem Verbrennen ähnliches Statt haben muß.

Wenn die Flüssigkeiten Nichtleiter der Wärme sind; so müssen sie gewiß dieser Eigenschaft wegen sehr geschickt dazu seyn, in ihren eignen, selbstständigen

digen Theilchen; als auch in den unendlich kleinen, iſolirten Partikelchen anderer Körper, die in ihnen zerſtreut oder aufgelöſt ſind, die Wärme, die durch Licht oder auf eine andre Art in ihnen erzeugt wird, beyſammen zu halten und folglich auch ihre Operationen zu befördern: und dies habe ich mehr als einmal zu bemerken Gelegenheit gehabt.

Vermittelſt dieſer Vorausſetzung läßt ſich eine große Schwierigkeit in der Hypotheſe wegräumen, nach welcher, jede chemiſche Auflöſung nichts als ein Schmelzen, und Niederſchläge und Kryſtalliſationen (dem Prozeß des Gefrierens gänzlich analog,) insgeſammt bloße Wirkungen der Wärme ſind.

Es giebt nur drey Geſtalten, unter denen ſich alle bemerkbarn Stoffe vorzeigen, nemlich die der feſten Körpers; die der tropfbaren und die der elaſtiſchen Flüſſigkeit: und es iſt allgemein bekannt; daß jede Subſtanz, die wir kennen, — alle ponderable Materie ohne Ausnahme — abwechſelnd in allen dieſen drey Zuſtänden erſcheinen kann; und daß der Zuſtand, den ſie in einer gegebenen Zeit hat, lediglich von der Temperatur abhängt, die ſie zu dieſer Zeit beſitzt.

Wir wiſſen ferner, daß jede Art von Stoff dieſe verſchiedentlichen Verwandlungen ſeines Zuſtandes

bey

bey gewiſſen feſten Temperaturen bleibet; und wenn wir dieſen Gegenſtand mit Aufmerkſamkeit betrachten, ſo werden wir finden; daß wenn dieſe Temperaturen nicht feſtgeſetzt und in den verſchiedenen Körpern, verſchieden wären, wir ſchlechterdings keinen Stoff von andern unterſcheiden könnten.

Dieß iſt vielleicht der einzige weſentliche Unterſchied, der unter den uns ſo verſchieden erſcheinenden Körpern wirklich Statt findet.

Aber es ſind nicht allein die Grade der Wärme, oder die Punkte der Temperatur, in denen die Geſtalten der verſchiedenen Körper verändert werden, verſchieden, ſondern der Umfang der Temperatur-Veränderungen, — unter denen ſich eine Subſtanz erhalten, oder in der Geſtalt ihres mittleren Zuſtandes, das iſt in dem, der tropfbaren Flüſſigkeit verharren kann, bey den verſchiedenen Körpern, auch ſehr verſchieden. — Dieſer letzte Umſtand hat einen verwunderungswürdigen Einfluß auf die Vermehrung der mannichfaltigen Verbindungen und Zerſetzungen, die auf der Oberfläche der Erde in den verſchiedenen Operationen der Natur beſtändig Statt finden.

Ein anderer, an Folgen eben ſo reicher Umſtand iſt die Vereinigung, die Körper von verſchiedener

Art

Art miteinander, und die äuſſerſt wichtige Veränderung, die dadurch in den Körpern entſteht; daß ſie nun ſo vereint einen andern Grad der Wärme ertragen können, ohne in ihrer Geſtalt verändert zu werden.

Wenn wir zu den entdekten Geſetzen der Natur, nach denen ſie die Zuſtands-Veränderungen der uns einfach erſcheinenden Körper bewirkt, die hinzufügen, deren Befolgung wir bey den Zuſtands-Veränderungen der bekanntlich zuſammengeſetzten Körper bemerkt haben; ſo werden wir vielleicht im Stande ſeyn, uns deutlichere Einſichten von der Natur der mechaniſchen Operationen verſchaffen zu können, die bey den chemiſchen Prozeſſen Statt finden. — Ich nenne ſie mechaniſche, weil ſie nach der ſtrengſten Erklärung und Auseinanderſetzung dieſes Ausdrucks, nothwendig mechaniſch ſeyn müſſen.

Da die Hypotheſe von dem Daſeyn intenſiver Hitze in der Mitte der kalten Flüſſigkeiten ſo neu, und dem Reſultate aller unſerer Erfahrungen und Beobachtungen ganz entgegen zu ſeyn ſcheint; ſo glaube ich, iſt es nothwendig, daß ich dieſe Sache noch in mehreres Licht zu ſetzen ſuche.

Erſtlich

Erſtlich dürfen wir nicht glauben, daß intenſive Hitze, ſelbſt da wo wir die ſtärkſten Gründe für ihre wirkliche Exiſtenz haben, immer Spuren ihres Daſeyn zurücklaſſen müſſe: denn ſo oft als die Hitze zerſtreut oder fortgeriſſen wird, ehe ſie Zeit genug hat in den Körpern, denen ſie iſt mitgetheilt worden, Zuſtands-Veränderungen, oder chemiſche Vereinigungen oder Zerſetzungen hervorzubringen; ſo kann ſie keine Merkmale ihres Daſeyns zurücklaſſen.

So findet man z. B. oft daß die Feuergewehre verſagen; ſelbſt wenn viele glühende Funken des Stahls und Feuerſteins wirklich unter das Zündpulver der Pfanne gefallen ſind. Jeder wird hier zugeben, daß in den kleinen rothglühenden Eiſentheilchen, die unter die Körner des Pulvers fallen und in der Berührung mit denſelben ſich abkühlen, intenſive Hitze befindlich iſt. Indeß iſt bey weiten mehr Hitze in ihnen als zur Entzündung des Pulvers nöthig war; ihre Dauer iſt aber nicht hinlänglich um dieſe Wirkung hervorzubringen. Wären dieſe kleinen Funken unſichtbar geweſen, ſo iſt höchſt wahrſcheinlich, daß man ihre Exiſtenz nicht gemuthmaßt und der Thatſache, die ſie beweiſen, nicht geglaubt haben würde.

Um

Um Schießpulver zu entzünden, ist es nöthig, daß der Schwefel, der einen Bestandtheil desselben ausmacht, zuerst geschmolzen und dann zum Kochen gebracht wird. Denn es ist immer der Dampf des kochenden Schwefels, der sich entzündet, wenn das Pulver losbrennt.

Wär dieser geschmolzene Schwefel ein Wärmeleiter, so würde das Schießpulver höchst wahrscheinlich weit weniger entzündbar seyn.

Da Viele, die über diesen Gegenstand noch nicht nachgedacht haben, es ganz unbegreiflich finden mögen; wie in der Mitte einer kalten Flüssigkeit, als z. B. im Wasser, intensive Hitze erzeugt werden und darin sich befinden kann, ohne unmittelbar sichtbare Wirkungen in demselben hervorzubringen; so halte ich es für meine Pflicht diese Sache in das möglichst klarste Licht zu setzen, und zu zeigen; daß dies nicht allein sehr wahrscheinlich, sondern ohne Zweifel ganz gewiß ist.

Bey den Untersuchungen, deren Hauptzweck dahin geht, zu entdecken; ob ein angenommenes Ereigniß, das seiner Natur wegen für unsre Sinne nicht bemerkbar ist, möglich oder nicht möglich ist, scheint mir die beste Verfahrungsart die zu seyn; daß

man

mag, und ehe sie zufolge einer Zerstreuung vermindert worden ist, immer dieselbe Intensität hat, — und da ich dies nun als wahr zugegeben annehme; so bemühe ich mich jetzt nur noch den Wirkungen nachzuspüren, die diese in den Bernsteintheilchen erzeugte Wärme hervorbringen muß; — welche Wärme also den höchsten Grad der Intensität besitzt, aber klein ist in Rücksicht ihrer Quantität, oder des Raumes, den sie einnimmt.

Da diese Wärme zuerst da entstehen muß, wo sie erzeugt wird; so ist es klar: daß sie zuerst auf der Oberfläche des Bernsteintheilchens Statt finden muß; und da alle feste Körper in einem größeren oder geringeren Grade Wärmeleiter sind, so wird also ein Theil dieser Wärme in die Substanz dieses festen Theilchens eindringen, während der andre Theil von den kalten Wassertheilchen fortgetragen wird, die mit dieser so durchs Licht erwärmte Oberfläche in Berührung kommen.

Es bleibt nun noch übrig, die Wirkungen zu bestimmen, die diese theils vom Bernsteintheilchen verschluckte, theils den Wassertheilchen mitgetheilte Wärme nothwendig hervorbringen muß. Zuerst ist zu bemerken, daß dann die Wärme gar keine sicht-

baren Spuren in dem Bernsteintheilchen hervorbringen kann, wenn ihr Uebergang oder ihre Zerstreuung durch diese beiden Mittel so schnell vor sich geht, daß dadurch ihre Anhäufung zu so einem Grade, wodurch der Bernstein könnte geschmolzen werden, verhindert wird: — Die Schmelzung des Bernsteins aber hängt von drey Umständen ab; nemlich von der Temperatur, in der Bernstein schmilzt; zweytens, von der leitenden Kraft dieser Substanz, oder von der Leichtigkeit mit der sich die Wärme in ihr ausdehnen und zerstreuen kann; drittens von der Schnelligkeit, mit der die auf der Oberfläche des Bernsteintheilchens erzeugte Wärme von der kalten Flüssigkeit, in der es schwimmt, fortgetragen wird.

Wenn man den Bernstein, recht fein pulverisirt, mit irgend einem durchsichtigen Oehle vermischte, das fähig wär einen großen Grad der Hitze zu ertragen, ohne in Dämpfe aufgelößt zu werden; und ihn so den recht hell leuchtenden Strahlen der Sonne aussetzte; dann glaube ich gewiß, daß er durch sie zum Schmelzen gebracht und aufgelößt werden würde, obgleich vielleicht sehr langsam: Sollte aber auch unter diesen Umständen der Bernstein nicht schmelzen; so hätte man doch noch keinen

Grund

Grund an der Existenz der hier angenommenen intensiven Hitze zu zweifeln.

Wenn aber der im Wasser den Sonnenstrahlen ausgesetzte Bernstein nicht schmilzt, folglich keine sichtbare Veränderung erleidet, durch welche die Wärme, die nach der Voraussetzung auf seiner Oberfläche entstanden seyn soll, entdeckt werden könnte; sollten denn da nicht durch sie, wenn sie wirklich so intensiv ist, wie man sie annimmt, zum wenigsten in dem Wasser einige sichtbare Wirkungen hervorgebracht werden, die uns von ihrem Daseyn überzeugen könnten?

Um diesen Zweifel zu lösen, müssen wir untersuchen, welche sichtbaren Wirkungen die Wärme, von der hier die Rede ist, wohl im Wasser hervorzubringen vermöchte? — Nehmen wir nun an, daß das Wasser durch diese Wärme nicht zersetzt werde; denn dies kann nicht geschehen, da nach der Voraussetzung in dem Bernstein keine chemische Veränderung vorgefallen seyn soll; so wär die einzige Wirkung, die diese Wärme im Wasser hervorgebracht haben könnte, eine Vermehrung seiner Temperatur; die indessen viel zu klein seyn müßte, als daß wir sie durch das Gefühl oder durchs Thermometer entdecken könnten.

Vielleicht

Vielleicht glaubt man; daß um die erhizte Oberfläche des Bernſteintheilchens herum Waſſerdampf entſtehen und ſich zeigen müſſe; — aber wenn wir die Sache nur einen Augenblick betrachten, ſo werden wir ſehen, daß dieſes Ereigniß unmöglich hier eintreten kann. Geſezt auch (was indeß gar nicht wahrſcheinlich iſt) daß die einzelnen Waſſertheilchen, die mit der heißen Oberfläche des Bernſteins in Berührung kommen, ſo lange in dieſer Berührung mit ihm verharrten, bis ſie nach und nach dieſen Grad der Temperatur erreicht hätten, worin das Waſſer in Dampf verwandelt wird; ſo würden ſich doch dieſe Dämpfe bey der außerordentlichen Schnelligkeit, womit ſie ſich in Berührung mit kaltem Waſſer condenſiren, unter dieſen hier angenommenen Umſtänden keinen Augenblick als ſolche erhalten können. Als unmittelbarer Beweis, daß der Dampf unter ſolchen Umſtänden nicht beſtehen kann, dient das, was ſich mit den großen Eiſen- oder Stahl-Maſſen zuträgt, die, nachdem ſie im Zugofen zu der größten intenſiven Hitze gebracht ſind, zur Verfertigung ſcharfer Werkzeuge, von den Schmieden plözlich in kaltes Waſſer getaucht werden. Man kann hier dieſe rothglühenden Metallſtücke ſehr deutlich in der wirklichen Berührung mit dem kalten Waſſer ſehen: und ſtiege nicht ein Theil des Waſſers, das durch das

heiße

heiße Eisen zersetzt wird, in Blasen brennbarer Luft in die Höhe; so hätten wir hier wahrscheinlich gar keine sichtbaren Anzeigen, aus denen die Entstehung des Dampfes gemuthmaßt werden könnte.

Hieraus sehen wir die Möglichkeit, daß intensive Hitze in der Mitte einer kalten Wasser-Masse, oder irgend einer andern durchsichtigen Flüssigkeit Statt finden kann; ohne daß dadurch irgend einige sichtbare Wirkungen hervorgebracht, oder Spuren von der Existenz der Hitze zurückgelassen werden.

Wir wollen nun einen Fall betrachten, in dem die Hitze, wegen der außerordentlichen Kleinheit des Theilchens der Materie, in der sie existirt, für unsre Organe zwar unbemerkbar ist; aber dennoch sehr sichtbare Wirkungen hervorbringen kann. Wir wollen z. B. annehmen, daß eine Auflösung von salzigsaurem Golde, oder Gold-Kalk im Wasser, den Sonnenstrahlen ausgesetzt sey. Wär diese Auflösung vollkommen durchsichtig, so könnte in ihr das Licht keine Wärme erzeugen; da dies aber nicht ist, so muß durch das von diesen undurchsichtigen Theilchen des Gold-Oxyds verschluckte Licht nothwendig Wärme von dem höchsten Grade der Intensität hervorgebracht werden. Da das Gold eine sehr schwere

Subsianz

Substanz ist, so versteht es sich von selbst, daß es in außerordentlich kleinen Theilchen muß zerlegt werden, damit es, wenn es durch seine Vereinigung mit dem Sauerstoff zu einem Oxyd verwandelt ist, in dem Wasser aufgelößt und in ihm schwebend verharren kann. Ferner ist es klar daß je kleiner irgend ein solches isolirtes Theilchen des festen Körpers ist, auf dessen Oberfläche durch die Verschluckung des Lichts Wärme erzeugt wird; daß denn, die so erzeugte Hitze, desto schneller durch die ganze Substanz des Patikelchens verbreitet und das Partikelchen selbst desto gleicher und intensiver erhitzt werden muß.

Hieraus erhellet aufs deutlichste, daß, wenn die im Wasser verbreiteten Theilchen des Oxyds nur gehörig klein genug sind, die durch die Sonnenstrahlen in ihnen erzeugte Hitze völlig hinreichen wird, den mit dem Golde verbundnen Sauerstoff, oder Oxygen auszutreiben, und so das Metall wieder herzustellen.

Gegen diese Folgerung läßt sich ein sehr leicht darbietender Einwurf machen, der aber auch ohne Schwierigkeit zu heben ist, nemlich der: „wie kommt es, daß, da das erhitzte Theilchen des metallischen

Oxyds doch mit dem Waſſer in Berührung iſt, nicht ein groſſer Theil dieſer Hitze unmittelbar in das kalte Fluidum übergeht?“ Ich könnte hierauf antworten, weil beides Waſſer und Dampf Nichtleiter der Wärme ſind; — und als einer Beſtätigung dieſes Grundes könnte ich die ſehr bekannte Thatſache anführen; daß ein Tropfen Waſſer, den man auf ein weißglühendes Eiſen tröpfelt, einige Zeit lang auf dem Eiſen verweilt, ohne in Dampf verwandelt zu werden; ja er verweilt eine beträchtlich längere Zeit auf demſelben, als wenn das Eiſen um vieles weniger erhitzt wär; — aber ein Umſtand der ſich bey dem ſchönen Verſuch des Verbrennens des Eiſens in Sauerſtoffgas zeigt, bietet einen noch mehr unmittelbaren Beweis für die in Frage ſtehende Thatſache dar.

Nach dem gewöhnlichen Verfahren bey dieſem Verſuche, wird das Eiſen, welches ein Stück dünner, einige Zoll langer Eiſen-Draht iſt, in eine Flaſche mit einem engen Halſe, in der ſich Sauerſtoffgas befindet, hineingeſenkt: das eine Ende des Drahts wird in dem Korkſtöpſel, der in die Mündung der Flaſche paßt, befeſtigt: das andere zugeſpitzte Ende deſſelben wird zuerſt in der Flamme eines Lichtes glühend gemacht und denn plözlich in die Flaſche hineingebracht. Die Verbrennung beginnt

ginnt in dem Augenblicke da der rothglühende Draht mit dem Sauerstoffgas in Berührung kommt, und dauert mit der größten Heftigkeit so lange fort bis der Draht oder das ganze Sauerstoffgas verzehrt ist. Dies Verbrennen und das dabey sich zeigende starke Ausstrahlen eines weißen intensiven Lichtes gewährt den schönsten Anblick, den man sich denken kann.

Das Produkt dieser Verbrennung ist die Oxygenirung oder Verkalkung des Eisens; und dieses geschmolzene metallische Oxyd fällt, bis zur größten weiß Glühhitze erhitzt, in Küchelchen von verschiedener Größe auf den Boden der Flasche nieder.

Um das Glas gegen diese Tropfen des geschmolzenen Eisenkalks zu schützen, läßt man gewöhnlich einen Zoll hoch Wasser auf seinem Boden stehen. Bey alle dem habe ich oft gesehen, daß viele dieser Küchelchen, die viel kleiner als Erbsen sind, nicht allein rothglühend durch das Wasser hindurch fielen; sondern auch noch auf dem Boden der Flasche vom Wasser umgeben, zum wenigsten zwey oder drey Sekunden rothglühend blieben; und (so viel ich mich erinnern kann) die Glastheilchen worauf sie lagen wirklich schmelzten, ohne den geringsten Anschein von Dampf hervorzubringen.

Das Waſſer konnte hierbey nicht zerſetzt werden, weil das Eiſen bereits mit Sauerſtoff ſchon geſättigt war.

Dieſer Verſuch bietet, glaub ich, einen unſtreitbaren Beweis dar; daß zum wenigſten auf ein kurze Zeit, intenſive Hitze in einem kleinen Theilchen einer feſten Subſtanz Statt finden kann, das von einer kalten Flüſſigkeit umgeben iſt.

Da man nun durch wirkliche Verſuche gefunden hat; daß das Gold einer ſalzigt ſauren Goldauflöſung wieder hergeſtellt wird, wenn man dieſe in Waſſer den Sonnenſtrahlen ausſetzt; und da es bekannt iſt, daß ein Gold-Oxyd auf trocknem Wege durch die bloße Hitze, ohne irgend eine Beimiſchung, wieder reducirt werden kann; warum ſollten wir nun nicht ſchließen können, daß dies in dem betrachteten Falle reducirte Metall, auch bloß durch die Hitze iſt wieder hergeſtellt worden? — und daß die Intenſität der Hitze, durch die dieſe Oxygenirung iſt bewirkt worden, in beyden Fällen genau dieſelbe iſt?

Wird uns dies zugegeben, ſo können wir nun vielleicht einen Schritt weiter gehen und die Natur und Fortſchritte der mechaniſchen Operationen betrachten

trachten, die bey der Desoxidirung der Metalle, oder bey ihrem Niederschlag aus einer Auflösung ihrer Oxyden eintreten; sofern nemlich diese Operation durch Hitze bewirkt wird, die nicht durch Licht, — sondern durch die Berührung und Vereinigung unendlich kleiner Theilchen verschiedenartiger Körper ist erzeugt worden; die bey ihrem Zusammenkommen geneigt sind freie Wärme hervorzubringen und zu verschlucken: diese Theilchen nun die in der flüssigen Auflösung, und in der Substanz enthalten sind, die man zur Bewirkung des Niederschlags hinzusetzt, werden eben durch diese Mischung mit einander in Berührung gebracht.

Dies würde uns natürlich zu einer Untersuchung der Erscheinungen der chemischen Auflösung führen; — hätten wir von diesen eine deutliche Einsicht uns verschafft, so würde uns denn ein helles Licht über die mechanischen Operationen aufgehen, durch die diese Tendenzen zur Vereinigung, die man Wahlverwandtschaft nennt, hervorgebracht werden.

Aber wie schwer ist diese Unternehmung! welch ein tiefes Studium erfordert sie! welche Anstrengungen der Einbildungskraft sind dazu nöthig, um solch einer Aufeinanderfolgung von Begebenheiten,

die gänzlich für unsre, auch selbst durch die Hülfsmittel der Kunst unterstützten Organe unbemerkbar sind, — nachspüren und deutliche Ideen sich von ihnen verschaffen zu können.

Meiner Schwäche bewußt, wag ich es nicht, weiter zu gehen. — Vielleicht glaubt man, daß ich bereits schon zu weit gegangen bin; — dann muß ich nur aufrichtig gestehen, daß ich in dem gegenwärtigen Fällen nicht ohne Absicht so kühn gewesen bin.

Es giebt zwey Mittel, wodurch man sowohl Gelehrte als andere Menschen dazu bringen kann, sich mit Eifer auf die Nachforschung irgend eines merkwürdigen Gegenstandes der Untersuchung zu legen; man muß sie nemlich dazu entweder anlocken, oder auffodern.

Daß ich diese beiden Mittel zu gebrauchen mich bemüht habe, wird der Aufmerksamkeit meiner Leser nicht entgangen seyn. — Die Gefahren, die das letztere Mittel begleiten, kenn ich recht gut; aber die Leidenschaft, die ich für die Lieblings-Gegenstände meiner Nachforschungen fühle, treibt mich oft mit Gewalt weit über die Gränzen hinaus, welche die Klugheit meinen kühnen Ausschweifungen setzen würde.

IV.

VI. Capitel.

Beschreibung einer Menge verschiedener Versuche. — Thermometer mit cylindrischen Behältern können dazu gebraucht werden, um zu zeigen, daß tropfbare Flüssigkeiten Nichtleiter der Wärme sind. — Eiskaltes Wasser, das auf Eis ruht, kann erwärmt und zum Kochen gebracht werden. — Merkwürdige Erscheinungen, die das Aufthauen des Eises, das Schmelzen des Talges, und des Wachses, bey der strahlenden Wärme einer rothglühenden Kugel, begleiten. — Schöne Krystalle des Kochsalzes, die in einer auf Quecksilber stehenden Salzauflösung entstanden waren. — Oliven Oehl, das auf einer Salzauflösung ruht, verliert wenn es den Licht ausgesetzt wird bald seine Farbe. — Ein Versuch, strahlende Wärme von einer rothglühenden Kugel in Oehl herabfahren zu lassen. — Beschreibung einer künstlichen Atmosphäre, in der horizontale Ströme hervorgebracht wurden. — Vermuthungen über die nächsten Ursachen der Winde.

Obgleich diese Abhandlung bereits zu einem größeren Umfang angewachsen ist, als ich anfänglich beabsichtigt und gewünscht habe, — da ich wohl weiß, wie unwillkommen gewöhnlich große Bücher

sind;

ſind: ſo konnte ich ihn doch nicht ſchließen, ohne noch das folgende Capitel hinzuzufügen. In dieſem Capitel wird der Leſer Beſchreibungen von verſchiedenen Verſuchen finden, von denen ihm einige wahrſcheinlich nicht ganz unintereſſant ſeyn werden. Um ihm ſo wenig als möglich Zeit zu rauben, werd ich mich in dieſen Beſchreibungen ganz kurz faſſen, und in den meiſten Fällen es ihm überlaſſen, aus de Reſultaten der beſchriebenen Verſuche ſeine eignen Folgerungen und Schlüſſe zu ziehn.

§. 1.

Beſchreibung verſchiedener einfacher Verſuche, welche zeigen; daß ſich die Wärme in den Flüſſigkeiten nicht nach unten verbreitet.

Wenn man ein Thermometer, deſſen unterer Behälter cylindriſch, etwas lang, z. B. 6 Zoll, und ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll nur weit, und mit Queckſilber, Oehl, Weingeiſt, oder irgend einer andern Flüſſigkeit gefüllt iſt, mit der man dieſen gegenwärtigen Verſuch anſtellen will, — in irgend einer über den Froſtpunkt erhabenen Temperatur, mit ſeinem untern Ende, oder bis an die Hälfte ſeines untern Behälters in eine Miſchung aus zerſtoßenem Eiſe und Waſſer ſetzt; ſo wird die Höhe des Fluidi in der Röhre des Inſtru-

truments zeigen; daß die Hälfte des in dem cylindrischen Thermometer-Behälter befindlichen Fluidi eiskalt ist, während die Temperatur der andern Hälfte unverändert bleibt.

Das Resultat des Versuches ist dasselbe, wenn man über die obere Hälfte des Thermometer-Behälters, die über die Frost erregende Mischung hervorragt, eine mit feinem Pelzwerke gefütterte Scheide zieht, um während des Versuches den Zutritt der Wärme aus der Luft zu demselben abzuhalten.

Wenn mehr oder weniger als die Hälfte des Thermometerbehälters in die Eis- und Wasser-Mischung getaucht wird, so wird die Höhe des Fluidi in der Röhre zeigen, daß nur so viel von dem im Behälter befindlichen Fluido abgekühlt ist, als so weit er in der Frost erregenden Mischung steht.

§. 2.

Eiskaltes Wasser, das auf Eis steht, kann, ganz der so gewöhnlich herrschenden Meinung entgegen, erhitzt und zum Kochen gebracht werden, ohne daß das Eis schmilzt.

Man nehme eine dünne Glasröhre, von ½ Zoll Durchmesser, und ungefähr 8 oder 10 Zoll Länge;

und

und nachdem man ſie ungefähr mit 2 oder 3 Zoll Waſſer gefüllt hat, ſo tauche man das untre Ende derſelben in eine Froſt erregende Miſchung von zerſtoßenem Eiſe und Kochſalz und laſſe ſo das Waſſer in der Röhre gefrieren. Wenn dies geſchehen iſt, ſo gieße man auf dieſes Eis wieder 2 oder 3 Zoll eiskaltes Waſſer und nachdem man das untre Ende mit etwas Flanel, ungefähr 2 Zoll hoch umwickelt hat, ſo halte man hierbey die Röhre, in einem Winkel von ungefähr 45°, ſchräg über ein Licht; ſo daß der Punkt der Röhre, bis zu dem die Oberfläche des in ihr befindlichen flüſſigen Waſſers reicht, grade über den Flammpunkt des Lichts ungefähr 2 oder 3 Zoll davon entfernt zu ſtehen kommt. Wenn das Waſſer in dieſem Theile der Röhre zu kochen anfängt, ſo laſſe man allmählig die Flamme immer etwas mehr tiefer an die Röhre anſpielen. So kann man bey gehöriger Vorſicht die ganze Waſſermaſſe in der Röhre bis $\frac{1}{4}$ Zoll weit vom Eiſe zum heftigſten Sieden bringen, ehe das Eis zu ſchmelzen anfängt; zuletzt wird man ſehen, daß es ſogar ſelbſt auf der Oberfläche des Eiſes kocht.

§. 3.

Die ſtrahlende Hitze einer rothglühenden eiſernen Kugel ſcheint nicht im Stande zu ſeyn

ſich

sich herabwärts durch flüssiges Wasser, geschmolzenes Talg oder Wachs verbreiten zu können.

2ter Versuch.

Ein sehr kleines Queckſilber-Thermometer, mit einem kugelförmigen Behälter, wurde auf den Boden einer flachen hölzernen Schüſſel, auf zwey Wachsſtückchen horizontal gelegt, ſo daß die gedruckte Skale oberhalb zu liegen kam und man alſo den Queckſilberſtand in der Röhre bemerken konnte. Nachdem dies geſchehen war, goß ich ſoviel kaltes Waſſer in die Schüſſel, bis es ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll hoch über dem Thermometer-Behälter ſtand und hielt nun, in der Entfernung eines Zolls, ſenkrecht über dieſen Behälter eine rothglühende eiſerne Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer.

Kaum verſpürte man am Thermometer den geringſten Einfluß von der Nähe dieſes rothglühenden Eiſens.

Wenn man Oehl Statt des Waſſers in die Schüſſel goß, war das Reſultat des Verſuchs daſſelbe: Würde das Thermometer, ohne mit einer Flüſſigkeit bedeckt zu ſeyn, nah den Strahlen dieſes heißen

hitzen Eisens ausgesetzt, so schien es sehr schnell Wärme aufzunehmen. Die beyden folgenden Versuche waren noch entscheidender und befriedigender.

2ter Versuch.

Eine flache irdne Schüssel, ungefähr 2 Zoll tief und von 12 Zoll Durchmesser, wurde bis an ihren Rand mit Wasser gefüllt und so in eine kalte Stube gesetzt, wo dann das Wasser gefror und eine einen Zoll dicke Eisscheibe auf seiner Oberfläche bildete. Die Schüssel wurde auf ihrer Stelle gelassen, damit die Oberfläche des Eises völlig horizontal bleiben konnte, was bey diesem Versuche nöthig war. Nun hielt ich die rothglühende eiserne Kugel, die ich eben erst aus den brennenden Kohlen herausgenommen hatte über den Mittelpunkt dieser Eisscheibe in der Entfernung von ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll.

Das grade unter der Kugel befindliche Eis zerschmolz sogleich, aber nur zu einer sehr unbeträchlichen Tiefe. Das erzeugte Wasser bewegte sich sehr langsam vom Mittelpunkt aus nach dem Umfange der Höhlung und so entstand zuletzt ein sehr flaches kreisförmiges Becken, vom 2 bis 3 Zoll im Durchmesser, der in der Mitte am tiefsten war und hier etwas weniger Wasser enthielt.

Dieses

Dieser kleine See schien die ihn umgebende Eiswand immer mehr und mehr angreifen zu wollen. Die Wassertheilchen die durch die Berührung mit der Eiswand eiskalt werden, werden dadurch spezifisch leichter und steigen aufwärts; auf diese Art wird den wärmern Theilchen Platz gemacht, sich von unten herauf erheben zu können. Dies verursacht, zwischen dem Mittelpunkte (wenn das heiße Eisen über ihn aufgehängt gelassen wird) und dem Umfange dieser Aushölung Ströme von entgegengesetzten Richtungen. Da ein Strom vom 41° Temperatur in der Mitte des Kreises nothwendig herabsteigen, und gegen den Mittelpunkt der im Eise entstandenen Aushölung stoßen muß, so muß diese nach und nach auf diesem Punkt immer tiefer werden, — und dies war auch wirklich der Fall.

3ter Versuch.

Als ich denselben Versuch mit einer flachen Scheibe aus Talg anstellte; so zeigte sich in der That eine sehr außerordentliche Erscheinung, die mich zuerst sehr überraschte, von der ich aber bald einsah daß sie einen neuen und sehr auffallenden Beweis, von der nichtwärmen leitenden Beschaffenheit der Flüssigkeiten abgab.

Ich

Ich fand nemlich den Boden der durch das geschmolzene Talg auf der Scheibe entstandnen Aushöhlung nicht konkav wie beym Eise, noch flach, wie ich ihn erwartet hatte, sondern konvex: oder er erhob sich vielmehr in Gestalt einer Warze, oder einer sehr stumpfen Spitze, deren Aeußerstes beynah bis an die Oberfläche des geschmolzenen Talges reichte! Da die eiserne Kugel der Talgscheibe so nah als möglich gehalten wurde, so war das Ende dieser Talg-Warze, die ungeschmolzen blieb; gewiß nicht mehr als $\frac{1}{10}$ von der rothglühenden Kugel entfernt.

Wie ich über das unerwartete Resultat dieses Versuches meine Betrachtung anstellte, so fand ich mich nicht wenig durch den Beweis, den es mir zu geben schien, gedemüthigt; daß es beynah unmöglich ist, Ereignisse mit Gewißheit vorher zu bestimmen, deren Entstehung von uns noch niemals ist beobachtet worden.

Ob ich gleich wohl wußte, wie unter den gegebnen Umständen die Wärme mitgetheilt werden mußte und die Richtung der dadurch entstehenden Ströme in dem geschmolzenen Talge mit Gewißheit vorhersagen könnte: so war ich doch bey der allergrößten Anstrengung meiner Verstandeskräfte nicht

im

im Stande, voraus zu ſehen; daß der Punkt, der den geringſten Grad von Wärme erhält, gerade der ſeyn würde, der der glühenden Kugel am nächſten war, und daß ſich hier im Talge ein Berg bilden würde. Das mögen ſich die zur Warnung gereichen laſſen, die auf Verſuche bauen, welche nicht angeſtellt ſind, und über deren Reſultate ſie bloß Vermuthungen ertegen.

Ich wiederholte nachher dieſen Verſuch mit einer Scheibe aus feinem, gebleichten Wachs, deſſen Reſultat beynah daſſelbe war; nur war die Erhebung, die ſich in der Mitte der runden vom geſchmoltzenen Wachs angefüllten Aushölung befand nicht ſo beträchtlich hoch, wie die beym Talge.

§. 4.

Schöne Kryſtalliſation des Kochſaltzes, die ſich in einer Auflöſung deſſelben, die auf Queckſilber ſtand, zeigte.

Durch einen Zufall war in einer abgelegenen Stube des Hauſes ein offenes Glas ſtehn geblieben, worin ſich eine kleine Quantität von einer ſtarken Auflöſung von Kochſaltz, über einer Schicht Queckſilber befand. Nach einem halben Jahre kam ich von ungefähr dazu und fand hier zwey herrliche Salzkry-

ſtalle

ſtalle gebildet, vollkommen parallelepipediſch; von denen der eine $\frac{7}{45}$ Zoll lang, $\frac{5}{45}$ breit und $\frac{4}{45}$ hoch, der andre $\frac{13}{45}$ Zoll lang, $\frac{10}{45}$ breit und $\frac{11}{45}$ Zoll hoch war.

Sollte nicht zu dieſer ungewöhnlichen Größe und Regelmäßigkeit der Kryſtalle das Queckſilber, worauf die Salzauflöſung ſtand, etwas beygetragen haben? und könnte man ſich nicht durch eine ähnliche Vorkehrung auch ſolche ſchöne Kryſtalle von andern Salzen verſchaffen? —

§. 5.

Oliven Oehl, das auf einer Salzauflöſung ſtand, wurde durch die Luft, der es ausgeſetzt war, farbenlos.

Ebenſo war durch einen Zufall in einer abgelegenen Stube, wo nie die Sonnenſtrahlen hineinfallen, ein offnes Glas von ungefähr 4 Zoll im Durchmeſſer ſtehen geblieben; worin eine Quantität Oliven-Oehl, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll hoch, über einer mäßig ſtarken Salzauflöſung ſtand. Nach einem halben Jahre bemerkte ich, daß das Oehl vollkommen farbenlos geworden war; und es ſchien mir beynah ſo durchſichtig zu ſeyn, wie das reinſte Waſſer. In dem darauf folgenden Winter bemerkte ich, daß

dieſes

dieses Oehl viel leichter bey der Kälte gefror, als dasselbe Oehl, das mehrere Monate daneben gestanden hatte, aber in einer großen Flasche, die mit einem Kork zugestopft war.

§. 6.

Ein mislungener Versuch, strahlende Hitze aus einer rothglühenden eisernen Kugel im Oehl herabsteigen zu lassen.

Nachdem ich eine Quantität dieses farbenlosen Oehls in ein Weinglas gegossen hatte und durchaus gefrieren ließ; so hielt ich die rothglühende eiserne Kugel, von 1½ Zoll Durchmesser, ganz dicht über die Oberfläche des Oehls, und zwar mehrere Minuten hindurch, bis die Kugel aufhörte roth zu glühen. Da es mir mehr schien, daß das Oehl durch die Kälte verdichtet sey, und zufolge der Gegenwart der in ihm überall verbreiteten undurchsichtigen Theilchen seine Durchsichtigkeit verloren habe, als daß es zu einer festen Masse gefroren sey; so glaubte ich, daß wenn es der strahlenden Hitze ja möglich sey, sich in einer Flüssigkeit herabwärts verbreiten zu können; es vielleicht in dieser geschehen könne: und wenn dies hier der Fall seyn sollte, so war ich gewiß, dies durch die Art, wie das Oehl seine Durchsichtigkeit wieder erhalten würde, entdecken zu können.

Denn ſollte die ſtrahlende Hitze herabſteigen, ſo müßte die Geſtalt der zuerſt zu ſeiner Durchſichtigkeit wieder verholfenen Oehl-Maſſe nothwendig hemiſphäriſch, oder irgend ein Kugeldurchſchnitt, oder zum wenigſten etwas konvex ſeyn. Aber die Grundfläche des in dieſem Verſuche zuerſt wieder durchſichtig gewordnen Oehltheilchens war, nach allem Anſchein, eben ſo eben, und horizontal wie ſeine Oberfläche; dies beweißt, daß die Wärme, durch die das gefrorne Oehl aufgethaut ward, demſelben nicht unmittelbar durch die rothglühende Kugel mitgetheilt war, ſondern mittelbar, durch die Wärme, die von den Seiten des Weinglaſes verſchluckt oder erzeugt worden war. Dieſer Verſuch, ſcheint mir in vielen Rückſichten ſehr wichtig zu ſeyn; aber es würde meiner gegenwärtigen Abſicht zu wider ſeyn, mich in eine Unterſuchung des Gegenſtandes, mit dem er auf das genauſte verbunden iſt, einzulaſſen.

Ich kann dieſe Abhandlung nicht ſchließen, ohne noch zuvor meinem Leſer die Beſchreibung eines Verſuchs gegeben zu haben, deſſen Reſultat nicht allein ganz unerwartet, ſondrn auch ungemein intereſſant war.

Zufälligerweiſe hatte ich das kleine Inſtrument, — das ich dazu eingerichtet hatte, um die

innern

innern Bewegungen des Wassers sichtbar zu machen, die in ihm entstehn, wenn Wärme in dieser Flüssigkeit fortgepflanzt wird, *) — auf ein Fenster gesetzt. Da es Winter war und die Stube geheizt wurde, so war die dem Fenster am nächsten stehende Seite dieses Instruments einem kalten Luftstrom ausgesetzt; während die andre Seite von der warmen Luft der Stube beständig Wärme empfing; hierdurch wurde die in dem Instrument befindliche Flüssigkeit in beständige Bewegungen gebracht, die einen sehr interessanten Anblick gewährten.

Bloß um mich und meine Freunde, die mich besuchen, zu vergnügen, ließ ich, ohne die geringste Erwartung einer neuen Entdeckung, mir das Instrument verfertigen, das ich nun beschreiben werde und das bloß mir dazu dienen sollte, diese beständigen Bewegungen auf eine recht auffallende Art darzustellen.

Ich ließ ein flaches Kästchen von zwey gleichgroßen, 13 Zoll hohen und 10½ Zoll breiten feinen Glas-Platten verfertigen, die in einem viereckigen messingenen Rahmen so eingesetzt wurden, das sie völlig pa-

*) Die Beschreibung dieses Instruments steht im 2ten Capitel dieses Essay.

rallel laufend 1 Zoll weit von einander abstanden. In der Mitte der obern messingen Platte, wurde eine runde ungefähr ½ Zoll weite Oeffnung mit einer kleinen ½ Zoll langen messingenen Röhre, und dieselbe Vorrichtung auch in der Mitte der untern Platte des Rahmens angebracht. Die erste Oeffnung dient dazu um die Flüssigkeit in das Kästchen hineinbringen zu können, mit der es gefüllt werden soll; die andre Oeffnung dient zur Herauslassung derselben: beyde werden mit anpassenden Korkstöpseln wohl verstopft.

Die Fugen des Rahmens, worein die Glasscheiben gesetzt wurden, wurden mit Glaserkitte wasserdicht gemacht: An der Aussenseite des Rahmens war ein kleiner Raud von Messingblech angebracht, vermittelst desselben dies Kästchen, an der Stelle einer herausgenommenen Scheibe, in den einen Fensterflügel meiner Stube eingesetzt werden konnte. Das Fenster lag gegen Süd-Ost und folglich wurd es einen großen Theil des Tages hindurch von der Sonne beschienen.

Nach dem ich eine hinreichende Menge von derselben Salzauflösung — deren ich mich zu dem Versuch bedient habe, um die innern Bewegungen in den Flüssigkeiten sichtbar zu machen, zubereitet und sie in einem gehörigen Verhältnisse mit gepülverten

gelben

gelben Bernstein vermischt hatte; so füllte ich nun das Glaskästchen mit dieser Flüssigkeit halb voll. Da die Luft der Stube beträchtlich wärmer war als die äussere, so erwartete ich, daß die durch den Durchgang der Wärme veranlaßten Bewegungen sogleich anfangen würden.

Dies geschah denn auch wirklich; aber wie groß war mein Erstaunen, da ich Statt der erwarteten senkrechten Ströme horizontale Ströme entdeckte; die ihren Lauf in entgegengesetzten Richtungen nahmen, — einer über den andern; — wie reguläre Winde; — und die in den verschiedenen Regionen dieser künstlichen Atmosphäre entstanden und eine lange Zeit mit der größten Regelmäßigkeit herrschten; — die kleinen Bernsteintheilchen häuften sich dabey mannichfaltig zusammen, und bildeten Wolken von den sonderbarsten Formen, die von den Winden getrieben, den Zauber dieses Schauspiels vollendeten.

Es würde mir unmöglich seyn das Vergnügen zu beschreiben, mit dem ich diese schönen Erscheinungen betrachtete.

In diesem Zustande des Enthusiasmus, worin ich mich befand, kam es mir wirklich so vor, als habe

habe die Natur auf einen Augenblick den Schleier aufgehoben mit dem ſie vor den Augen der Sterblichen ihre geheimſten und intereſſanteſten Operationen verbirgt; und daß ich nun das Maſchinenwerk in völligem Spiele ſähe, wodurch Winde und Ströme in der Atmoſphäre hervorgebracht werden.

Dieſem reizenden Schauſpiele fehlte zur Vollendung ſeines Zaubers nichts weiter mehr, als daß noch kleine Blitze aus dieſen kleinen Wolken hätten hervorbrechen müſſen. Sie waren in der That oft ſehr aufgethürmt und ſchienen ſo völlig das Ausſehn eines bevorſtehenden Sturmes zu haben; daß, wenn dieſer auch wirklich ausgebrochen wär, er mein Erſtaunen gar nicht noch mehr hätte vermehren können.

Verſchiedene zufällig hinzukommende Umſtände machten dieſen Verſuch noch intereſſanter. Die Sonne, die grade recht auffallend hell glänzte, ſchien recht voll auf das Fenſter, in dem der Apparat angebracht war; und da die Fugen des Rahmens in denen ſich die Glasplatten befanden nicht tief waren, ſo erzeugte ſich auf dem Theile des Rahmens, der den ſchmahlen Boden des Käſtchens bildete und ganz den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war, eine beträchtliche Hitze; dies konnte man aus den Bewegungen

der

der gepülverten Bernſteintheilchen abnehmen, die auf dem Boden lagen, oder durch die Ströme dahin gebracht wurden.

Wenn dieſe Theilchen, bey ihrer Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen, ſich zu bewegen anfingen, ſo ſtiegen ſie zuerſt beynah ganz ſenkrecht in die Höhe; ehe ſie aber noch eine beträchtliche Höhe erreichen konnten, wurden ſie ſchräg, beynah in einer horizontalen Richtung von dem untern Strome fortgeriſſen, der dem Winde der Atmoſphäre zu entſprechen ſchien, der auf der Oberfläche der Erde herrſcht.

Dieſes ſenkrechte Aufſteigen der Theilchen von dem Boden des Glaskäſtchens, und die darauf erfolgende Veränderung ihrer Richtung, erinnerte mich an eine in den heißen Ländern ſehr gewöhnliche Erſcheinung; die mich in meiner Jugend häufig ergötzt hatte. Bey einer ſehr trocknen, heißen und ruhigen Luft, wenn die Sonne ſtark brennt, ſcheint die unterſte Luftſchicht, zunächſt über dem Boden, oft in der heftigſten Bewegung zu ſeyn; die der des Aufkochens einer Flüſſigkeit gleicht. Dieſe Bewegung iſt auf der Oberfläche der Erde am heftigſten und ſcheint in der Höhe von 5 bis 6 Fuß über dem Boden aufzuhören.

Sollte

Sollte dieſe heftige Bewegung nicht durch das Zuſammenſtoßen der heißen und verhältnißmäßig kälteren Luftſtröme entſtehen, die ſich noch an der Oberfläche der Erde ſenkrecht und in entgegengeſetzten Richtungen bewegen? Und ſollten nicht die Winde, die oberhalb herrſchen, durch die Neigungen ganzer Luftmaſſen, ſchräg auf und nieder zu ſteigen, hervorgebracht werden?

Die herrſchenden Ströme, die ich in meiner künſtlichen Atmoſphäre bemerkte, waren auch nie vollkommen horizontal: und wenn meine Muthmaſſungen über die Urſache der Winde richtig ſind; ſo können dieſe Winde, die in den obern Regionen der Erd-Atmoſphäre herrſchen auch nie vollkommen horizontal ſeyn.

Die gröſte Schnelligkeit der Ströme in der Salzauflöſung dieſes Verſuchs waren beynah zwey Zoll in einer Minute; aber gewöhnlich waren ihre Bewegungen langſamer. Da die Fenſter der Stube in der dieſer Verſuch angeſtellt wurde, doppelt ſind (und das ſind ſie in der Stube die ich bewohne ſowohl im Sommer, wie im Winter) und da dieſer beſchriebne Apparat in einem der innern Fenſterflügel eingeſetzt war; ſo hatte ich es durch Aufmachung

des

des innern oder äußern Fensters in meiner Gewalt, gleiche oder ungleiche Wärme den beiden entgegengesetzten Seiten des Kästchen zuzuführen: durch diese Veränderungen konnte ich verschiedene interessante Erscheinungen in diesem Versuche hervorbringen.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ermangelte nicht, sich regelmäßig an jedem Tage die drey Wochen hindurch, daß dieser Versuch fortgesetzt wurde, einzustellen *). Die Wolken, die von den verschiedenen Strömen, deren zuweilen sechs bis sieben von entgegengesetzter Richtung sich zugleich im Fluido zeigten, den ganzen Tag lang herumgetrieben wurden, vereinigten sich nemlich am Abend stets in großen Massen, die bald in einer, bald in zwey, zuweilen auch in drey Schichten, in verschiedenen Höhen standen, und in dieser Lage allem Anscheine nach, die ganze Nacht hindurch, in vollkommener Ruhe verharrten.

Ueber die nächste Ursache dieser Erscheinung kann wohl keine Frage entstehen; da sie ohne Zweifel einer Verrin-

*) Durch die Ungeschicklichkeit eines Bedienten wurde beym Zumachen des Fensterflügels das Glas-Kästchen zerbrochen und so dem Versuche zufälligerweise ein Ende gemacht.

Verringerung oder dem gänzlichen Aufhören der Haupt-Urſache, — die diejenigen Urſachen, oder einige von ihnen bewirkte, durch die eine Ungleichheit der Temperatur in der Flüſſigkeit hervorgebracht und erhalten wurde, — zuzuſchreiben iſt; — aber es würde ſehr intereſſant ſeyn, den entfernteren Urſachen dieſer Erſcheinung nachzuſpüren, und zu ſehen wie weit das Licht, oder vielmehr ſeine Abweſenheit bey der Hervorbringung derſelben mit thätig war. — Die Beſtimmung dieſer Frage würde mich aber zu einer ſehr abſtrakten Unterſuchung über die ſtrahlende Hitze führen, — die mehr Zeit erfodern würde, als ich ihr jetzt widmen könnte. Vielleicht finde ich in der Zukunft Muße und Muth dieſe ſchwierige Unterſuchung unternehmen zu können. Daß ich bis jetzt dieſer Materie recht mit Fleiß aus dem Wege gegangen bin, wird der Leſer wohl ohne Zweifel bemerkt haben.

Ich kann von dieſem Verſuche nicht Abſchied nehmen, ohne noch zuvor meinem Leſer eine getreue Erzählung jedes dabey ſich gezeigten Vorfalls, und beſonders eines zufälligen Umſtandes gegeben zu haben, der vielleicht einigen Theil an der Hervorbringung dieſer intereſſanten Erſcheinungen hatte, die meine Aufmerkſamkeit ſo ſehr an ſich zogen.

Die

Die Salzauflösung und der gepülverte Bernstein wurden in einer Flasche unter einander gemischt und diese Mischung wurde erst in das Glaskästchen gegossen, nachdem es in dem Fensterflügel war befestigt worden: Da ich sie hineingoß, fand ich, daß ich nicht genug von derselben zubereitet hatte. Um diesen Mangel zu ersetzen, ohne das Glaskästchen wieder ausleeren zu dürfen, setzte ich zu verschiedenen Zeiten, reines Wasser und eine starke Pottaschen-Auflösung in den Verhältnissen zu, die, wie ich wußte, die erforderliche specifische Schwere hervorbringen mußten, und bewegte denn vermittelst einer langen und starken Feder, die ich durch die obre Oeffnung des Glaskästchens hineinsenkte die, Mischung recht gut unter einander.

Ob nun diese verschiedenen Portionen des Fluidi auf diese Art recht genau und auf das innigste mit einander vermischt wurden, kann ich nicht gewiß behaupten. Zum wenigsten hatten sie aber den Anschein es zu seyn; denn der Bernstein war augenscheinlich wohl vermischt und in jedem Theile des Fluidi sehr gleich vertheilt. Sollte man aber auch annehmen, daß die zu verschiedenen Zeiten hineingegossenen Portionen des Fluidi, der Verschiedenheit ihrer spezifischen Schweren gemäß, verschiedene, immer

bleibende

bleibende Schichten in demſelben bildeten; ſo würde deshalb das Reſultat dieſes Verſuchs nicht weniger intereſſant und ſeine Anwendung zur Erklärung des Urſprungs der Winde in der Atmoſphäre nicht weniger befriedigend ſeyn.

Uebrigens bin ich weit davon entfernt zu verlangen, daß man ein großes Gewicht auf dieſen einzelnen Verſuch legen ſoll; da ich wohl einſehe, daß man noch andre erſinnen kann, deren Reſultate noch entſcheidender ſeyn würden: der in demſelben uns gegebne Wink aber iſt zu deutlich, als daß er nicht einige Aufmerkſamkeit verdienen ſollte. Erweckt er die Wißbegierde der Naturforſcher und reizt er ſie zu weiteren Nachforſchungen in Rückſicht dieſes Gegenſtandes ſo iſt meine Hauptabſicht bey der Bekanntmachung dieſes Verſuchs völlig erreicht.

Erklä-

Erklärung der Kupfertafeln.

Dritte Tafel.

Fig. 2. ſtellt einen ſenkrechten Durchſchnitt des Apparats dar, der beym 55ten Verſuche gebraucht wurde: wo man durch die ſtrahlende Hitze eines maſſiven, eiſernen Cylinders, die ſich durch Oliven-Oehl nach unten verbreiten ſollte, eine Eisſpitze zu ſchmelzen verſuchte.

Das lange cylindriſche Glas, worin die Eisſcheibe gefroren war, ſteht in dieſer Figur, in einer irdnen Schüſſel, die mit zerſtoßenem Eiſe gefüllt iſt.

Das Oehl iſt ebenfalls, auf der Eisſcheibe des Glaſes ruhend, dargeſtellt. Den eiſernen Cylinder ſieht man in ſeiner papiernen Scheide, in der Achſe des Glaſes ſo aufgehängt, daß ſeine flache Grundfläche in der Entfernung von $\frac{2}{10}$ Zoll grade über der hervorragenden Eisſpitze ſteht.

Vierte Tafel.

Fig. 5. zeigt die Art wie der 57te Verſuch angeſtellt wurde, wo man es dahin brachte; daß ſüßes

ſes Waſſer unmittelbar auf einer Auflöſung von Kochſalz ruhte, ohne ſich mit ihr zu vermiſchen.

Bey dieſem Verſuche ſtand das kleinere Glas, worin ſich die Salzauflöſung, das ſüße Waſſer und das über des letztern Oberfläche verbreitete Oliven-Oehl befand, in einem größeren cylindriſchen Glaſe und dieſes in einer flachen, irdnen Schüſſel, die mit zerſtoßenem Eiſe und Waſſer gefüllt war.

Der Zwiſchenraum zwiſchen den beyden Gläſern war bis zu der Höhe eines Zolls über die Oberfläche des Oehls im kleineren Glaſe, mit Eisſtückchen von der Größe einer welſchen Nuß und mit eiskaltem Waſſer angefüllt.

VIII.

VIII.

Ueber die Fortpflanzung der Wärme in verschiedenen Substanzen

enthaltend

mehrere neue Versuche hierüber.

Ferner

Forschungen über den Grund der Wärme der natürlichen und künstlichen Bekleidungen.

Ueber die Fortpflanzung der Wärme in verſchiedenen Subſtanzen.

I. Capitel.

Beſchreibung der Inſtrumente, die bey den angeſtellten Verſuchen gebraucht wurden. — Verfertigung eines Thermometers, deſſen Flaſche eine Torricelliſche Leere (Vacuum Torricellianum) umgiebt. — Die Wärme geht durch die Torricelliſche Leere ſchwerer als durch die atmoſphäriſche Luft. — Die wärmeleitende Kraft der Torricelliſchen Leere mit der der atmoſphäriſchen Luft verglichen und durch Verſuche beſtimmt. — Vergleichung der wärmeleitenden Kraft der trocknen und feuchten Luft. — Vergleichung der wärmeleitenden Kraft der Luft von verſchiedenen Graden der Dichtigkeit. — Vergleichung der wärmeleitenden Kraft des Queckſilbers; des Waſſers, der Luft, und der Torricelliſchen Leere.

Die Unterſuchung über die wärmeleitende Kraft der Luft und mehrerer anderer, ſowohl flüſſiger als

feſter Körper, führte mich auf den Gedanken, auch die wärmeleitende Kraft der Torricelliſchen Leere zu unterſuchen. Nach der auffallenden Analogie zwiſchen dem elektriſchen Fluido und der Wärme in Hinſicht ihrer Leiter und Nichtleiter — da ich nemlich gefunden hatte, daß überhaupt die Körper die die Elektricität leiten, gleichfalls gute Leiter der Wärme ſind, und im Gegentheil, daß die Körper, die ſchlechte Leiter für die Elektricität abgeben, es gleichfalls auch für die Wärme ſind — ſo glaubte ich, daß die Torricelliſche Leere, durch welche die Elektricität ſo mächtig ſtrömt, auch ein eben ſo guter Leiter für die Wärme ſeyn müſſe.

Die gewöhnlichen Verſuche über die Erwärmung und Abkühlung der Körper unter dem Recipienten einer Luft-Pumpe ſchienen mir zur Auflöſung dieſer Frage nicht paſſend zu ſeyn; nicht bloß wegen der Unmöglichkeit durch Hülfe der Luft-Pumpe einen völlig luftleeren Raum zu erhalten, ſondern vorzüglich auch wegen der feuchten Dünſte, die durch das naſſe Leder und das bey der Maſchine gebrauchte Oehl immer entſtehen. Dieſe Dünſte verbreiten ſich dann unter dem Recipienten, und ſind, obgleich nur ſehr wenig, doch vermögend, einen großen Theil der Wärme fortzuleiten. Deswegen

mußte

mußte ich andere Maasregeln zur Aufklärung der Frage ergreifen.

Ich nahm ein leeres Thermometer, deſſen Kugel gerade $\frac{1}{2}$ Zoll Par. M. im Durchmeſſer hatte, und befeſtigte letztere ſo in die Mitte eines holen Glas-Balls, von $1\frac{3}{4}$ Pariſ. Zoll im Durchmeſſer, daß, nachdem der kurze Hals oder die Oeffnung des Balls an die Thermometer-Röhre, $7\frac{1}{2}$ Linie über der Kugel angeſchmolzen worden war, letztere ſich in der Mitte des ſie umgebenden Glas-Balls befand, und folglich ganz von der äußern Luft abgeſchnitten war. Auf dem Boden des Glas-Balls befand ſich eine kleine hohle Röhre, die herauswärts ſtand. Dieſe wurde an das Ende einer gewöhnlichen Barometer-Röhre von 3 Zoll Länge geſchmolzen, und vermittelſt der Oeffnung wurde nun der innere Raum zwiſchen dem Glas-Ball und der Thermometer-Kugel mit heißem Queckſilber angefüllt, das durch Kochen von Luft und Feuchtigkeit hinlänglich befreyt worden war. Da der Glas-Ball, und eben ſo die daran befeſtigte Barometer-Röhre mit Queckſilber gefüllt war, wurde die Röhre behutſam umgekehrt, und das offene Ende in eine Schale voll Queckſilber geſtellt. Hiedurch wurde das Inſtrument ein Barometer, und indem das

Queckſilber aus dem Glas-Ball, der jetzt eben war, heraustrat, ſo wurde dadurch der Raum um die Thermometer-Kugel herum, luftleer. Nachdem das Queckſilber den ganzen Glas-Ball geräumt hatte, und bis auf 28″ (der damalige Barometerſtand) geſunken war, ſo ſchmolz ich an einer Lampe mit dem Löthrohre die Röhre ¾ Zoll über den Glas-Ball an, und trennte mit einer feinen Feile die übrige lange Barometer-Röhre ab. Das Thermometer füllte ich dann auf die gewöhnliche Art mit Queckſilber. So beſaß ich nun ein Thermometer deſſen Kugel ſich in einer Torricelliſchen Leere befand, welche zugleich als zu erwärmender Körper, und als Inſtrument, die mitgetheilte Wärme zu meſſen, diente.

Verſuch No. 1.

Mit dieſem Inſtrumente (ſ. Taf 5. Fig. 1.) ſtellte ich folgenden Verſuch an: Ich tauchte es in ein Gefäß mit Waſſer, deſſen Temperatur 18° Reaumur betrug, und ließ es darinne ſo lange, bis es die Temperatur des Waſſers angenommen hatte, d. i. bis das Queckſilber in der Thermometer-Röhre auch 18° zeigte. Dann nahm ich es aus dem Gefäß heraus, tauchte es ſchnell in ein anderes Gefäß mit heißem Waſſer, und hielt es am Ende der Röhre ſo hinein

(das

(das Waſſer wurde kochend erhalten) daß der Glas-Ball, in deſſen Mitte ſich das Thermometer befand, gerade untergetaucht war. Ich bemerkte die Grade die das Queckſilber in verſchiedenen Zeiten, von dem Moment des Untertauchens an gerechnet, ſtieg.

Nach Verlauf von
1 Minute 30 Sec. war das Queckſilber geſtiegen von 18° bis 27°.
Nach 4 Minuten . . 27° — 44° $\frac{2}{10}$.
Und am Ende von 5 Minuten war es auf . . 48° $\frac{2}{10}$.

Verſuch N. 2.

Jetzt nahm ich das Inſtrument aus dem kochenden Waſſer, ließ es nach und nach an der Luft abkühlen, und nachdem es die Temperatur der Luft hatte, die 15° Reaum. betrug, ſo brach ich etwas von der kleinen Röhre, die den Fortſatz des Glas-Balls ausmachte, da wo ſie hermetiſch verſchloſſen worden war, ab, und ſogleich ſtrömte die atmoſphäriſche Luft in den Glas-Ball. Nun verſchloß ich den Glas-Ball, der das Thermometer umgab und jetzt mit atmoſphäriſcher Luft gefüllt war, wieder hermetiſch, wodurch denn keine Mittheilung mit der äuſſern Luft mehr Statt hatte. Mit dieſer Vorrichtung wiederholte ich nun den obigen Verſuch, d. h.

ich

ich ſtellte das Inſtrument erſt in Waſſer von 18° Temperatur, ſo lange, bis es dieſelbe Temperatur angenommen hatte, tauchte es dann in kochendes Waſſer, und beobachtete die Zeiten des Steigens des Queckſilbers im Thermometer. Sie waren folgende:

	Zeitverlauf.		Angenommene Wärme.
Wärme im Augenblick, wo das Inſtrument in das kochende Waſſer getaucht wurde.	. . . . .		. . 18° R.
Nachdem es im kochenden Waſſer geblieben war.	Min.	Sec.	
	0	45	. . . 27°
	1	0	. . . $34\frac{4}{10}$
	2	10,	. . . $44\frac{9}{10}$
	3	40	. . . $48\frac{3}{10}$
	4	0	. . . $56\frac{2}{10}$
	5	0	. . . $60\frac{9}{10}$

Aus den Reſultaten dieſer Verſuche folgt offenbar, daß die Toricelliſche Leere, wodurch das Strömen der elektriſchen Flüſſigkeit ſo ſehr befördert wird, nicht bloß kein guter Leiter der Wärme iſt, ſondern daß ihre leitende Kraft ſogar noch unter der atmoſphäriſchen Luft ſteht, die doch ſchon ſelbſt zu den ſchlechteſten Wärmeleitern gehört. Denn in dem letzten Verſuche, wo die Thermometer-Kugel mit atmoſphäriſcher Luft umgeben war, und das Inſtrument in kochendes Waſſer getaucht wurde, ſtieg das Queckſilber in 45 Secunden von 18° bis auf 27°;

47°; hingegen in dem erſten Verſuche, wo die Torricelliſche Leere die Thermometer-Kugel umgab, blieb das Inſtrument um denſelben Wärmegrad (27°) zu erhalten, 1 Min. 30 Sec. = 90 Sec. in dem kochenden Waſſer. — In der Torricelliſchen Leere brauchte es 5 Min. um bis auf 48 $\frac{1}{8}$ zu ſteigen; in der atmoſphäriſchen Luft hingegen brauchte es zu derſelben Höhe nur 2 Min 40 Secunden. — Das Verhältniß der übrigen Zeiten iſt faſt daſſelbe, wie aus der folgenden Tabelle erhellt.

Die Kugel des Thermometers ruht in der Mitte des Glas-Balls und iſt umgeben.

	Mit der Torricelliſchen Leere. 1. Verſuch.			Mit atmoſphäriſcher Luft. 2. Verſuch.		
	Zeitverlauf		Angenom. Wärme.	Zeitverlauf		Angenom. Wärme.
Beym Tauchen in das kochende Waſſer	. . . .		18°	. . . .		18°
	M.	S.		M.	S.	
Nachdem es darinn geblieben war	1	30	27°	0	45	27°
				1	0	30 $\frac{4}{8}$
	4	0	44 $\frac{5}{8}$	2	40	44 $\frac{5}{8}$
	5	0	48 $\frac{1}{8}$	2	40	48 $\frac{1}{8}$
				4	0	56 $\frac{1}{8}$
				5	0	60 $\frac{2}{8}$

Dieſe

Dieſe Verſuche wurden in Mannheim in den erſten Tagen des Julius 1785, in Gegenwart des Profeſſors Hemmer und des Verfertigers der meteorologiſchen Inſtrumente der Academie, Carl Artaria angeſtellt. Letzterer unterſtützte mich auch bey den Verſuchen.

Da ich aber fand, daß die Verfertigung des Inſtruments, deſſen ich mich bey beyden Verſuchen bedient hatte, mit zu viel Mühe und Gefahr verknüpft war, welche letztere vorzüglich in der Schwierigkeit lag, den Glas-Ball an die Thermometer-Röhre ſo anzuſchmelzen, daß nicht zugleich auch die Oeffnung der Röhre mit zugeſchmolzen wurde, ſo unternahm ich eine andere Vorrichtung, die bequemer und leichter auszuführen war.

An das Ende einer Glas-Röhre 11 Zoll lang, und beynahe ½ Zoll im innern Durchmeſſer ließ ich einen hohlen Glas-Ball 1½ Zoll im Durchmeſſer blaſen mit einer Oeffnung auf dem Boden, welche mit der Oeffnung der Röhre correſpondirte, und gleichen Durchmeſſer mit ihr hatte. An dieſer Oeffnung wurde ein kleiner Hals oder Röhre, 1 Zoll lang gelaſſen. Ein dazu vorbereitetes Thermometer, deſſen Kugel ⅓ Z. im Durchmeſſer hatte, und deſſen

Gefrier-

Gefrier-Punkt 2¼ Zoll über ſeine Kugel fiel, gra-duirte ich nach Reaumür, indem ich von 10° zu 10° die Grade mit Fäden von feiner Seide bemerkte, die ich um die Röhre band, und mit Lak-Firnis über-zog, wodurch ſie ſich ganz feſt anlegten. Dieſes Thermometer brachte ich in den eben beſchriebenen Glas-Cylinder mit dem hohlen Ball, durch die Oeffnung in letztern hinein. Den Cylinder hatte ich vorher ungefähr 2 Zoll über dem daran geblaſenen Glas-Ball durch die Erhitzung und Einwärtsbie-gung der Seiten-Wände gegen die Achſe zu, ver-engt, ſo daß an dieſer Stelle die Oeffnung nur ſo groß blieb, daß die Thermometer-Röhre eben noch hindurch geſchoben werden konnte.

Nachdem dieſes Thermometer ſo in den Cylin-der geſchoben war, daß das Centrum ſeiner Kugel mit dem des Glas-Balls coincidirte, ſo bemerkte ich die Stelle im Cylinder ¾ Zoll über dem 80° oder dem Sied-Punkte der Röhre des eingeſchloſſenen Thermometers, nahm ihn heraus, und verengte an der bemerkten Stelle gleichfalls den Cylinder. Jetzt ſchob ich das Thermometer zum letztenmale hinein, und ſchmolz mittelſt der Lampe die untere Oeff-nung im Glas-Balle zu, indem ich vorher den Glas-Cylinder umkehrte, wodurch das Thermome-

ter

ter zurück fiel, ſo daß ſeine Kugel auf der untern Verengerung des Cylinders ruhte. Hierdurch wurde nun die Thermometer-Kugel um mehr als 3 Zoll von der Flamme der Lampe entfernt. Da die Oeffnung des Glas-Balls verſchloſſen war, und die Thermometer-Kugel wieder in denſelben zurückgebracht war, ſo wurde der Glas-Cylinder ½ Zoll oberhalb ſeiner obern Verengerung abgeſchnitten. Sobald dieſes geſchehen war, ſo iſt klar, daß nun die Thermometer-Röhre über das Ende des Cylinders hervorragte. Jetzt faßte ich das Ende der Thermometer-Röhre und ſchob die Kugel deſſelben ſo genau als möglich in das Centrum des Glas-Balls, bemerkte einen Punkt der Röhre unmittelbar über der obern Verengerung des Cylinders, kehrte nun den Cylinder wieder um, ſo daß das Thermometer zurückfiel, und ſeine Kugel wieder auf der untern Verengerung des Cylinders ruhte (wodurch denn die Thermometer-Röhre oben mehr hervorragte). — Jetzt wurde die Röhre an der bemerkten Stelle abgeſchnitten, und an das Ende derſelben ein kleiner feſter Glas-Ball geſchmolzen, deſſen Diameter ein wenig größer war, als der der obern Verengerung des Cylinders. Dieſer kleine Glasknopf, welcher nun auf der obern Verengerung des Cylinders ruhte, diente dazu, das Thermometer ſo ſchwebend zu erhalten, daß das

Centrum

Centrum ſeiner Kugel mit dem des Glas-Balls, in welchem ſie eingeſchloſſen war, coincidirte. Das Ende des gläſernen Cylinders über der obern Verengerung wurde nun erhitzt, und in Geſtalt eines abgeſtumpften hohlen Kegels ausgezogen. Dieſer wurde an eine Barometer-Röhre geſchmolzen, und dadurch der Zwiſchenraum des Cylinders und des Glas-Balls, worinn das Thermometer ruhte, durch Hülfe des Queckſilbers vollkommen luftleer gemacht; worauf, nachdem das Ende des Cylinders hermetiſch verſchloſſen war, die Barometer-Röhre mit einer Feile abgetrennt wurde. So hing nun das Thermometer, deſſen Kugel, mittelſt des obern Glas-Knopfs und der beyden Verengerungen im Cylinder, frey in der Mitte des Glas-Balls ſchwebte, vollkommen in einer Torricelliſchen Leere. (S. Taf. 5. Fig. 8).

Ich verſahe mich mit zwey ſolchen Inſtrumenten, ſo genau als möglich von denſelben Maaßen. Das eine, welches ich No. 1. nennen will, war nach der eben beſchriebenen Art luftleer gemacht worden; das andere No. 2. wurde mit atmoſphäriſcher Luft angefüllt, und dann auch hermetiſch verſchloſſen.

Mit dieſen beyden Inſtrumenten ſtellte ich den 11 July 1785 in Manheim in den Stunden von 10 bis

bis 12 Uhr bey heitern Wetter die folgenden Versuche an. — Das Barometer ſtand auf 27 Zoll 11 Linien, das Reaumürſche Thermometer auf 15°, und das Feder-Hygrometer der Mannheimer Academie auf 47°.

Verſuche No. 3. 4. 5 und 6.

Ich ſtellte beyde Inſtrumente in eine Miſchung von geſtoßenem Eiſe und Waſſer, ſo lange, bis das Queckſilber im eingeſchloſſenen Thermometer bis auf 3° geſunken war, oder bis es die Temperatur der kalten Miſchung genau hatte. Jetzt nahm ich die beyden Inſtrumente ſchnell heraus, tauchte ſie ſogleich in ein großes Gefäß kochendes Waſſer, und beobachtete die Zeiten, die verfloſſen, um das Queckſilber in dem Thermometer von 10 zu 10 Grad oder von 0° bis auf 80° ſteigend zu machen. Dabey beſorgte ich, daß das Waſſer während der ganzen Zeit immer kochend erhalten wurde, ebenſo, daß die Inſtrumente zu einerley Tiefe untergetaucht blieben; nemlich ſo, daß der Punkt 0° des eingeſchloſſenen Thermometers gerade auf der Oberfläche des Waſſers ruhte.

Dieſe Verſuche wiederholte ich zweymal mit der größten Sorgfalt, und die folgende Tabelle liefert die Reſultate davon. —

Ther-

Thermometer No. 1.

Seine Kugel, ½ Zoll im Diameter, eingeſchloſſen in die Mitte eines hohlen Glasballs, 1½ Zoll im Diameter, der luftleer und hermetiſch verſiegelt war.

Herausgenommen aus gefrierendem Waſſer, und ſogleich in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf. Verſuch No. 3. M.	S.	Verſuch No. 4. M.	S.	Erhaltene Wärme
0	51	0	51	10°
0	59	0	59	20
1	1	1	2	30
1	18	1	22	40
1	24	1	23	50
2	0	1	51	60
3	30	3	6	70
11	41	10	27	80
22	44	21	1	= Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 80°.

Totalzeit von 0° bis 70°
b. d. Verſ. N. 3. = 11 M. 3 S.
b. d. Verſ. N. 4. = 10 M. 34 S.
Mittel = 10 = 48½ =

Thermometer No. 2.

Seine Kugel, ½ Zoll im Diam. eingeſchloſſen in die Mitte eines hohlen Glasballs, 1½ Zoll im Durchmeſſer, der mit atmoſphäriſcher Luft gefüllt, und hermetiſch verſiegelt war.

Herausgenommen aus gefrierendem Waſſer, und ſogleich in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf. Verſuch No. 5. M.	S.	Verſuch No. 6. M.	S.	Erhaltene Wärme
0	30	0	30	10°
0	35	0	37	20
0	41	0	41	30
0	49	0	53	40
1	1	0	59	50
1	24	1	20	60
2	45	2	25	70
9	10	9	38	80
16	55	17	3	= Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 80°.

Totalzeit von 0° bis 70°
b. d. Verſ. N. 5. = 7 M. 45 S.
b. d. Verſ. N. 6. = 7 M. 25 S.
Mittel = 7 M 35 S.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß sich die wärmeleitende Kraft der Luft zu der der Torricellischen Leere unter diesen Umständen wie $7\frac{1}{2}$ zu $10\frac{48}{80}$ im umgekehrten Verhältnisse verhält; denn da die Quantitäten der mitgetheilten Wärme gleich sind, so verhält sich die Intensität der Mittheilung wie die umgekehrten Zeiten.

Bey diesen Versuchen drang die Wärme durch das umgebende Medium in die Thermometer-Kugel; um nun den Versuch umzukehren, so daß jetzt die Wärme von dem Thermometer herausginge, so tauchte ich die Instrumente in kochendes Wasser, und ließ sie so lange darinne, bis sie die Temperatur des Wassers angenommen hatten; d. h. bis das Queckſilber des eingeschlossenen Thermometers auf 80° stand; dann nahm ich sie aus dem kochenden Wasser heraus, tauchte sie sogleich in eine Mischung von Wasser und gestoßenem Eise, bewegte die Instrumente beständig in dieser Mischung herum, und beobachtete folgende Zeiten des Erkaltens.

Thermometer No. 1. Umgeben mit einer Torricelliſchen Leere. Aus dem kochenden Waſſer ſogleich in gefrierendes Waſſer getaucht.					Thermometer No. 2. Umgeben mit atmoſphäriſcher Luft. Aus dem kochenden Waſſer ſogleich in gefrierendes Waſſer getaucht.				
Zeitverlauf.				Verluſt der Wärme	Zeitverlauf.				Verluſt der Wärme
Verſuch No. 7.		Verſuch No. 8.			Verſuch No. 9.		Verſuch No. 10.		
M.	S.	M.	S.	80°	M.	S.	M.	S.	80°
0	58	0	54	70	0	33	0	35	70
1	2	1	2	60	0	39	0	34	60
1	17	1	18	50	0	44	0	44	50
1	46	1	37	40	0	55	0	55	40
2	5	2	16	30	1	17	1	18	30
3	14	3	10	20	1	57	1	57	20
5	42	5	59	10	3	44	3	40	10
Nicht bemerkt		Nicht bemerkt		0	40	10	Nicht bemerkt		0
Totalzeit bey der Abkühlung von 80° bis auf 10°.					Totalzeit bey der Abkühlung von 80° bis auf 10°.				
			M.	S.				M.	S.
b. d. Verſ. No. 7.		=	16	4	b. d. Verſ. No. 9.		=	9	49
b. d. Verſ. No. 8.		=	16	16	b. d. Verſ. No. 10.		=	9	41
	Mittel	=	16	10		Mittel	=	9	45

Aus dieſen Verſuchen ſieht man, daß ſich die wärmehaltende Kraft der Luft zu der der Torricelliſchen Leere wie 9 $\frac{45}{60}$ zu 16 $\frac{10}{60}$ im umgekehrten Verhältniß, oder wie 1000 zu 603 verhält.

[illegible] bestimmen, so dasselbe Gesetz Statt finden müsse, wenn man die beyden Thermometer, [illegible] erkaltendes Wasser zu tauchen, in [illegible] abkühlen liese. So machte ich folgende Versuche. — Nachdem die beyden Thermometer [illegible] und [illegible] wieder im kochenden Wasser [illegible] worden waren, so nahm ich sie aus dem Wasser heraus, hielt [illegible] in die Mitte eines großen Zimmers, wo die Temperatur der Luft (die vollkommen ruhig zu seyn schien, indem die Fenster und Thüren alle verschlossen waren,) 16° Reaumur betrug, auf, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung wie folgt.

Versuch No. 11. Thermometer No. 1. Umgeben mit einer Torricellischen Leere. Erhitzt bis 80°, und dann in der freyen Luft aufgehängt von 16° Temperatur.			Versuch No. 12 Thermometer No. 2. Umgeben mit atmosphärischer Luft. Erhitzt bis 80°, und dann in der freyen Luft aufgehängt von 16° Temperatur.		
Zeitverlauf		Wärmeverlust	Zeitverlauf		Wärmeverlust
Min.	Sec.	80°	Min.	Sec.	80°
Nicht	beob.	70	Nicht	beob.	70
1	24	60	0	51	60
1	44	50	1	5	50
2	28	40	1	54	40
4	10	30	3	11	30
10	[illegible]	[illegible]	6	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Hier

Hier erſcheint die Verſchiedenheit in der wärmeleitenden Kraft der Luft und der Torricelliſchen Leere beynahe eben ſo wie in den vorhergehenden Verſuchen, nemlich wie $6\frac{1}{60}$ zu $10\frac{2}{60}$ in umgekehrt. Verhältn. oder wie 1000 zu 605. Die Zeit der Abkühlung von 30° bis 70° konnte ich nicht bemerken, da ich zu der Zeit eben mit dem Aufhängen der Inſtrumente beſchäftigt war.

Doch man könnte vielleicht den aus dieſen Verſuchen gezogenen Schlüſſen vorwerfen, daß ſich, (aller Mühe ohnerachtet, die bey Verfertigung dieſer beyden Inſtrumente angewendet worden wäre,) doch vielleicht ein Unterſchied in ihrer Geſtalt oder Größe fände, der eine merkliche Differenz in den Reſultaten der Verſuche bewirkt habe. — Um dieſen Vorwurf zu heben, ſtellte ich folgende Verſuche an:

Des Morgens gegen 11 Uhr bey vorzüglich gutem Wetter, (da das Barometer auf 27 Zoll 11 Lin. Reaumurs Thermometer auf 15°, und das Hygrometer auf 47° ſtand) wiederholte ich den Verſuch No. 3, — indem ich das Thermometer No. 1. wieder im kochenden Waſſer erhitzte ꝛc. — öffnete dann ſogleich den Cylinder, der das Thermometer umgab, an ſeinem obern Ende wo es verſchloſſen geweſen war. Nachdem nun die atmoſphäriſche Luft hineingeſtrömt war, ſo verſchloß ich den Cylinder wieder

Um nun zu bestimmen, ob dasselbe Gesetz Statt finden würde, wenn man die erhitzten Thermometer, an Statt sie in gefrierendes Wasser zu tauchen, in der freyen Luft abkühlen ließe, so machte ich folgende Versuche. — Nachdem die beyden Thermometer No. 1. und No. 2. wieder im kochenden Wasser erhitzt worden waren, so nahm ich sie aus dem Wasser heraus, hieng sie in die Mitte eines großen Zimmers, wo die Temperatur der Luft (die vollkommen ruhig zu seyn schien indem die Fenster und Thüren alle verschlossen waren) 16° Reaumur betrug, auf, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung wie folgt.

Versuch No. 11. Thermometer No. 1. Umgeben mit einer Torricellischen Leere. Erhitzt bis 80°, und dann in der freyen Luft aufgehängt von 16° Temperatur.			Versuch No. 12. Thermometer No. 2. Umgeben mit atmosphärischer Luft. Erhitzt bis 80°, und dann in der freyen Luft aufgehängt von 16° Temperatur.		
Zeitverlauf		Wärmeverlust	Zeitverlauf		Wärmeverlust
Min.	Sec.	80°	Min	Sec.	80°
Nicht	beob.	70	Nicht	beob.	70
1	24	60	0	51	60
1	44	50	1	6	50
2	28	40	1	34	40
4	16	30	2	41	30
10	12 = Totalzeit um es von 70° bis auf 50° abzukühlen.		6	11 = Totalzeit um es von 70° bis auf 50° abzukühlen.	

Hier

Hier erſcheint die Verſchiedenheit in der wärmeleitenden Kraft der Luft und der Torricelliſchen Leere beynahe eben ſo wie in den vorhergehenden Verſuchen, nemlich wie $6\frac{11}{20}$ zu $10\frac{12}{20}$ in umgekehrt. Verhältn. oder wie 1000 zu 605. Die Zeit der Abkühlung von 30° bis 70° konnte ich nicht bemerken, da ich zu der Zeit eben mit dem Aufhängen der Inſtrumente beſchäftigt war.

Doch man könnte vielleicht den aus dieſen Verſuchen gezogenen Schlüſſen vorwerfen, daß ſich, (aller Mühe ohnerachtet, die bey Verfertigung dieſer beyden Inſtrumente angewendet worden wäre,) doch vielleicht ein Unterſchied in ihrer Geſtalt oder Größe fände, der eine merkliche Differenz in den Reſultaten der Verſuche bewirkt habe. — Um dieſen Vorwurf zu heben, ſtellte ich folgende Verſuche an:

Des Morgens gegen 11 Uhr bey vorzüglich gutem Wetter, (da das Barometer auf 27 Zoll 11 Lin. Reaumurs Thermometer auf 15°, und das Hygrometer auf 47° ſtand) wiederholte ich den Verſuch No. 3, — indem ich das Thermometer No. 1. wieder im kochenden Waſſer erhitzte ꝛc. — öffnete dann ſogleich den Cylinder, der das Thermometer umgab, an ſeinem obern Ende wo es verſchloſſen geweſen war. Nachdem nun die atmoſphäriſche Luft hineingeſtrömt war, ſo verſchloß ich den Cylinder wieder

hermetisch, und wiederholte nun den Versuch mit demselben Instrumente, indem das Thermometer jetzt mit atmosphärischer Luft umgeben war, wie das Thermometer No. 2.

Die Resultate der Versuche in der folgenden Tabelle zeigen offenbar, daß der Irrthum, der aus der verschiedenen Größe der Instrumente hätte entstehen können, wenn auch nicht ganz unbemerkbar, doch sehr unbeträchtlich war.

Versuch No. 13. Thermometer No. 1. Dessen Kugel, ½ Zoll im Diameter, war in die Mitte eines Glasballs, 1½ Zoll im Durchmesser, eingeschlossen, der luftleer und hermetisch versiegelt war. Herausgenommen aus gefrierendem Wasser, und dann in kochendes Wasser getaucht.			Versuch No. 14. Dasselbe Thermometer (No. 1.) Der Glasball, der die Kugel des Thermometers umschloß, war jetzt mit atmosphärischer Luft angefüllt und hermetisch versiegelt. Aus gefrierendem Wasser genommen, und in kochendes Wasser getaucht.		
Zeitverlauf.		Angenommene Wärme	Zeitverlauf.		Angenommene Wärme.
Min.	Sec.	0°	Min.	Sec.	0°
0	55	10	0	32	10
0	55	20	0	32	20
1	7	30	0	43	30
1	15	40	0	50	40
1	29	50	1	1	50
2	2	60	1	24	60
3	21	70	2	38	70
13	44	80	10	25	80
24	48	— Totalzeit der Erhitzung von 0° bis zu 80°.	18	5	— Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 80°.
Totalzeit von 0° bis zu 70° — 11 4″.			Totalzeit von 0° bis zu 70° — 7′ 40″.		

Nach diesen Versuchen, verhält sich die wärmeleitende Kraft der gemeinen Atmosphärischen Luft zu der der Torricellischen Leere wie 7 $\frac{40}{60}$ zu 11$\frac{40}{60}$ in umgek. Verhältn., oder wie 1000 zu 602; dieses weicht nur sehr wenig von den Resultaten der vorhergehenden Versuche ab.

Ob es nun gleich nach den Resultaten der letztern Versuche schien, daß, gesetzt es hätte sich auch eine Differenz in den Formen oder den Maaßen der Instrumente No 1. und No. 2. gefunden, sie doch kaum einen beträchtlichen Fehler in den Resultaten der eben erwähnten Versuche könnten bewirkt haben; so wollte ich dennoch versuchen, in wie fern beträchtliche Verschiedenheiten der Größe der Instrumente die Versuche verändern könnten. Zu dem Ende versah ich mich mit noch einem andern Instrumente, welches ich das Thermometer No. 3. nennen will, welches von den vorhergehenden an Größe verschieden war, und auch in der Art der Verfertigung. —

Das Queckſilber-Behälter des Thermometers bestand in einer Kugel von derselben Größe wie bey den Instrumenten No. 1. und No. 2., der Glas-Ball hingegen, in dessen Mitte die Thermometer-

Kugel ruhte, war viel gröſſer, als bey den vorigen Verſuchen, und hatte 3 Zoll 7½ Linie im Durchmeſſer. Die Oeffnung der Thermometer-Röhre war viel feiner, folglich war auch das Thermometer viel länger, und ſeine Grade gröſſer. — Die Abtheilungen auf der Röhre waren von 10° zu 10° bis 80°, mit ſeidnen Fäden von verſchiedenen Farben bemerkt, ſo wie bey den oben erwähnten Inſtrumenten. Die Röhre des Glas-Balls hatte 8 Linien im Diameter, war etwas länger als die Thermometer-Röhre, vollkommen cylindriſch, ohne Einbiegung, indem das Thermometer in der Mitte des Glas-Balls durch eine andere Vorrichtung ſchwebend erhalten wurde, wie folgt. In die Oeffnung des Cylinders wurde nemlich ein Stöpſel von trocknem Holze gepaßt, der mit feſten Firniß überzogen war, und durch deſſen Mitte das Ende der Thermometer-Röhre ging: Dieſer Stöpſel erhielt oben die Röhre in der Achſe des Cylinders. Um ſie auch unten darinn zu erhalten, wurde eine feine Stahl-Feder ein wenig unter dem Punkt 0° an die Thermometer-Röhre befeſtigt. Dieſe Feder hatte drey herausgebogene elaſtiſche Spitzen, die gegen die Wand des Cylinders drückten, und ſo das Thermometer an ſeinem Platze erhielten. — Die ganze Länge des Inſtrumentes von dem Ende des Glas-Balls an

bis

bis zu dem obern Ende ſeines Cylinders, betrug 18 Zoll, und der Gefrier-Punkt des Thermometers fiel 3 Zoll oberhalb ſeiner Kugel; folglich lag dieſer Punkt $1\frac{1}{2}$ Zoll über der Vereinigung des Cylinders mit ſeinem Glas-Ball; wenn nehmlich das Thermometer an ſeiner Stelle ſo ruhte, daß der Mittel-Punkt ſeiner Kugel mit dem des Glas-Balls concidirte. Durch den Stöpſel, welcher das Ende des Glas-Cylinders verſchloß, liefen ferner zwey kleine Glas-Röhrchen 1 Linie im Diameter. Sie ragten 1 Linie über den hölzernen Stöpſel hervor, und wurden durch feine Korke, die in ihre Oeffnungen paßten, verſchloſſen. Dieſe Glas-Röhrchen die in den hölzernen Stöpſel gut eingekittet waren, dienten dazu, Luft, oder irgend eine andere Flüſſigkeit in den Glas-Ball zu leiten, ohne daß man den Stöpſel, der das Ende des Cylinders verſchloß, herauszunehmen brauchte. Damit durch die Verrückung des großen Stöpſels das Inſtrument nicht geändert würde, ſo war auch er an ſeiner Stelle feſt gekittet.

Ich bin abſichtlich bey der Beſchreibung der Inſtrumente ſo umſtändlich geweſen, weil man eine ganz deutliche Idee von ihnen haben muß, um die Verſuche und die daraus gezogenen Reſultate gehörig beurtheilen zu können.

Mit

Mit dem letztbeschriebenen Instrumente (welches ich das Thermometer No. 3 nenne) machte ich folgende Versuche. — Es war den 18 July 1785. Nachmittags, bey veränderlichem Wetter, heftigem Süd-Ost-Winde mit Regen vermischt. Das Barometer stand auf 27 Zoll 10½ Lin., das Thermometer auf 18°, und das Hygrometer änderte sich von 44° bis zur höchsten Feuchtigkeit.

Um die Resultate des Versuchs mit diesem Instrumente, mit den Versuchen mit dem Thermometer No. 2. angestellt, vergleichen zu können, habe ich in der folgenden Tabelle die Versuche zusammengestellt.

Verſuch No. 15.

Thermometer N. 3.

Seine Kugel, $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, in die Mitte des Glasballs, 5 Zoll 7$\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmeſſer, eingeſchloſſen, und mit atmoſphäriſcher Luft umgeben.

Aus gefrierendem Waſſ. herausgenommen, u. ſogleich in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf.		Angenom. Wärme.
Min.	Sec.	0°
0	33	10
0	38	20
0	54	30
0	51	40
1	7	50
1	28	60
2	28	70
9	0	80
16	59	— Totalzeit der Erhitz. v. 0° bis 80°

Zeit v 0° b. 70° — 7′ 59″

Verſuche No. 4 und No. 5.

Thermometer No. 2.

Deſſen Kugel, $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, war in die Mitte eines Glasballs, 1$\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, eingeſchloſſen, und mit atmoſphäriſcher Luft umgeben.

Aus gefrierendem Waſſer ſogleich in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf.						Angenom. Wärme.
Verſuch No. 4.		Verſuch No. 5.		Mittel		
M.	S.	M.	S.	M.	S.	0°
0	30	0	30	0	30	10
0	35	0	37	0	36	20
0	41	0	41	0	41	30
0	49	0	53	0	51	40
1	1	0	59	1	0	50
1	24	1	20	1	22	60
2	45	2	25	2	35	70
9	10	9	38	9	24	80
16	55	17	3	16	59	— Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 80°

Zeit von 0° bis 70° — 7′ 35″.

Wenn mich die Uebereinſtimmung dieſer Verſuche mit dem Thermometer No. 2. und No. 3. angeſtellt, überraſchte, ſo war ich nicht weniger verwundert über ihre Verſchiedenheit mit dem folgenden Verſuche.

Ver-

Mit dem letztbeschriebenen Instrumente
ich das Thermometer No. 3 nenne) macht
gende Versuche. — Es war den 18 J
Nachmittags, bey veränderlichem Wetter
Süd-Ost-Winde mit Regen vermischt.
meter stand auf 27 Zoll 10½ Lin., das
auf 18°, und das Hygrometer änderte
bis zur höchsten Feuchtigkeit.

Um die Resultate des Versuchs
strumente, mit den Versuchen mit
meter No. 2. angestellt, vergleichen
ich in der folgenden Tabelle die
mengestellt.

Verſuch No. 16.

Ich nahm das Thermometer No. 3. aus dem kochenden Waſſer heraus, hieng es ſogleich in die Mitte eines groſſen Zimmers auf, deſſen Temperatur 18° ¼ R. betrug, und beobachtete folgende Zeiten der Abkühlung.

Zeitverlauf.		Wärmeverluſt.
Min.	Sec.	80°
1	55	70
0	12	60
0	33	50
2	15	40
4	0	30°
9	55	

= Total-Zeit der Abkühlung von 80° bis zu 30°. Zeit d. Abk. von 70° bis 30° = 8′ 0″; bey dem Verſuche No. 12. mit dem Thermometer No. 2. hingegen, betrug die Zeit der Abkühlung von 70° bis 30° nur 6′ 11″. Bey dieſem Verſuche mit dem Thermometer No. 3. war die Zeit der Abkühlung von 60° bis 30° = 7′ 48″; in dem oben erwähnten Verſuche mit dem Thermometer No. 2. betrug ſie nur 5′ 20″. Es iſt wahr, die Luft des Zimmers war bey dem obigen Verſuche etwas kälter, als bey dem letztern Verſuche mit dem Thermometer No. 3., allein dieſe Verſchiedenheit der Temperatur, die

die nur 2°¼ beträgt (bey dem obigen betrug ſie nemlich 16°, bey dem letztern 18°¾) kann ohnmöglich die Differenz in den Verſuchen hervorgebracht haben.

Nimmt die Luft die Wärme williger auf, als ſie ſie von ſich läßt? — eine Frage, die gewiß einer weitern Unterſuchung werth iſt, und die ich einer vollkommnen Prüfung bey meinen fernern Nachforſchungen unterwerfen will. Doch ich verlaſſe ſie jetzt, und fahre fort, über die ſchon angeſtellten Verſuche weitere Rechenſchaft zu geben. Da ich einſah, daß es zur tiefern Kenntniß über die Natur der Wärme ſehr wichtig ſey, ihren Durchgang durch die Torricelliſche Leere mit unbezweifelter Gewißheit zu belegen, und deswegen die Geſetze ihrer Bewegung in dieſem Medium ſo genau als möglich zu beſtimmen; da ich ferner beſorgt war, daß in Hinſicht der vorhergehenden Verſuche doch Fehler, wegen der Berührung der eingeſchloſſenen Thermometer-Röhre mit dem äußern Glas-Cylinder; wodurch denn (wie man vielleicht argwohnen könnte), wenigſtens ein Theil der Wärme dem Thermometer mitgetheilt worden wäre, hätten entſtehen können; ſo machte ich folgenden Verſuch, um die Sache über allen Zweifel zu erheben.

In

In die Mitte eines Glaskörpers, von einer Birnähnlichen Form, 8 Zoll lang, und 2½ Zoll im gröſten Durchmeſſer, hieng ich ein kleines Queckſilber-Thermometer, 5½ Zoll lang, mittelſt eines ſeidnen Fadens ſo auf, daß weder die Kugel noch die Röhre des Thermometers den ſie umgebenden Glas-Körper an irgend einer Stelle berührte. — Die Grade auf der Thermometer-Röhre waren wie in den obigen Verſuchen durch verſchieden-farbige feine ſeidne Fäden bezeichnet. Das Thermometer wurde an ſeiner Stelle durch eine kleine Stahl-Feder erhalten, welche, — nachdem der ſeidene Faden, der das Thermometer hielt, daran befeſtigt war — in eine kleine Höhlung, die ½ Zoll im Diameter an das obere Ende des Glas-Körpers geblaſen war, gedrückt wurde; worinn alſo die Feder ruhte, und wodurch denn folglich auch das Thermometer in der Achſe des Glas-Körpers gehalten wurde. Auf dem Boden des Glas-Körpers war eine Oeffnung, wodurch das Thermometer hineingethan wurde; an dieſe Oeffnung wurde eine Barometer-Röhre geſchmolzen, und hierdurch mit Queckſilber das Innere des Glas-Körpers luftleer gemacht. Da dieſe Oeffnung hernach wieder hermetiſch verſchloſſen, und die Barometer-Röhre weggenommen wurde, ſo blieb das Thermometer ſchwebend in einer Torricelliſchen Leere.

Bey

Bey dieſem Inſtrumente — wo das eingeſchloſſene Thermometer, den ihn umſchließenden Glas-Körper nicht nur nicht berührte, ſondern allenthalben ſogar über einen Zoll davon abſtand — iſt es klar, daß alle an das Thermometer getretene, oder von demſelben ausfließende Wärme durch die Torricelliſche Leere geſtrichen ſeyn muß; denn es läßt ſich nicht vermuthen, daß der feine ſeidne Faden, an welchen das Thermometer aufgehängt war, auch nur einen bemerkbaren Theil der Wärme fortgeführt habe. Deswegen machte ich mir Hoffnung, mit Hülfe dieſes Inſtrumentes den Durchgang der Wärme durch die Torricelliſche Leere genau beſtimmen zu können: und dieſes iſt mir, wie ich glaube, geglückt, eines unglücklichen Zufalls ohngeachtet, der mich außer Stand ſetzte, meine Verſuche, ſo weit, als ich mir vorgenommen hatte, zu verfolgen.

Nachdem ich dieſes Inſtrument auf einen kleinen hölzernen Fuß ſo befeſtigt hatte, daß der Glas-Körper in einer perpendiculären Lage ruhte, ſo ſtellte ich es in meinem Zimmer neben ein anderes eingeſchloſſenes Thermometer (No. 2.) das mit atmoſphäriſcher Luft umgeben war, und beobachtete die Wirkungen die die Veränderung der Wärme der Luft hervorbringen würde. Ich bemerkte bald an

der

der Bewegung des Queckſilbers im eingeſchloſſenen Thermometer, daß die Wärme durch die Torricelliſche Leere ſtrich; allein aus der großen Unempfindlichkeit des Thermometers erhellte, daß der Durchgang der Wärme in dieſem Medium viel ſchwerer ſey, als in der atmoſphäriſchen Luft. Jetzt tauchte ich nun beyde Thermometer in ein Gefäß mit kaltem Waſſer, und bemerkte, daß das Queckſilber des mit Luft umgebenen Thermometers viel ſchneller als das Queckſilber des mit der Torricelliſchen Leere umgebenen Thermometers ſtieg. Nun nahm ich die beyden Inſtrumente aus dem kalten Waſſer heraus, und tauchte ſie in ein Gefäß mit heißem Waſſer (da ich den Verſuch in gehöriger Form mit gefrierendem und kochendem Waſſer wegen Mangel an Vorrichtung nicht wiederholen konnte): Hier erſchien das mit der Torricelliſchen Leere umgebene Thermometer noch langſamer und träger, als das andere mit atmoſphäriſcher Luft umgebene.

Dieſe Verſuche hätten gerade hinreichen können mich zu überzeugen, daß die Wärme durch die Torricelliſche Leere weit ſchwerer, als durch die atmoſphäriſche Luft ſtrömte; allein, hiermit noch nicht zufrieden, ergriff ich die erſte Gelegenheit, die ſich mir anbot, und bereitete mich vor, die Verſuche, die

ich

ich vorher mit den Inſtrumenten No. 1. und No. 2. angeſtellt hatte, zu wiederholen. Ich tauchte nemlich das Inſtrument in eine Miſchung von geſtoßenem Eiſe und Waſſer, worinne ich es ſo lange ließ, bis das Queckſilber des eingeſchloſſenen Thermometers bis auf 0° gefallen war; dann nahm ich es aus der kalten Miſchung heraus, tauchte es ſchnell in ein Gefäß mit kochendem Waſſer, und ſchickte mich an, das Steigen des Queckſilbers im eingeſchloſſenen Thermometer, wie bey dem vorigen Verſuche zu beobachten; allein unglücklicherweiſe ſprang der Glas-Körper, wie er das heiße Waſſer berührte, an der Stelle, wo er hermetiſch verſiegelt war, und das hinzuſtrömende Waſſer verdarb den ganzen Verſuch: ſeit der Zeit habe ich keine Gelegenheit wieder gehabt, mich mit einem gleichen Inſtrumente zu verſehen, um den Verſuch zu wiederholen.

Da es von Anfang meine Abſicht war, zugleich auch die wärmeleitende Kraft der künſtlichen Luft-Arten zu unterſuchen, ſo bereitete ich das Thermometer No. 3. zu ſolchen Verſuchen vor.

Nachdem ich mir eine hinlängliche Menge dieſer Luftarten verſchafft hatte, ſo machte ich den erſten Verſuch mit der fixen Luft, womit ich, mittelſt

telst des Wassers, den Glas-Ball und den Cylinder, der das Thermometer umgab, anfüllte; dann verstopfte ich die beyden Oeffnungen des Stöpsels der den Cylinder verschloß, und stellte das Instrument so lange in gefrierendes Wasser, bis das Queckſilber des eingeschlossenen Thermometers auf 0° stand; dann nahm ich es heraus, tauchte es in ein großes Gefäß mit kochendem Wasser, und schickte mich an, die Zeiten der Erhitzung, wie bey den vorhergehenden Versuchen zu beobachten; allein ein Zufall hemmte plözlich den Versuch. So wie ich das Instrument in das kochende Wasser tauchte, so stieg auf einmal das Queckſilber in dem Thermometer so ungewöhnlich schnell, daß es die ersten 10° schon durchlaufen hatte, ehe ich nur seine Bewegung bemerkte. Da ich die Zeit des Steigens des Queckſilbers bey den ersten 10° versäumt hatte, so wollte ich nun die Zeit bemerken, wenn es an die andere Abtheilung kommen würde; allein auf einmal wurde der Stöpsel der das Ende des Cylinders verschloß, mit einer gewaltigen Explosion gegen das Kamin geworfen; das Thermometer, das in den Stöpsel gekittet war, wurde natürlicherweise auch mit herausgeschleudert, und brach durch den Fall in viele Stücken. —

Ob nun gleich dieser unglückliche Versuch die vorgehabten Untersuchungen auf einige Zeit unterbrach, so bahnte er doch den Weg zu andern, nicht weniger interessanten Forschungen. Ich vermuthete nemlich, daß die Explosion durch die Verdünnung des Wassers, welches an der innern Fläche des Glas-Balls und des Cylinders nach der Füllung desselben mit fixer Luft hängen geblieben war, entstanden sey; da ich es ferner für mehr als wahrscheinlich hielt, daß die ungewöhnliche Schnelligkeit, womit das Queckſilber in dem Thermometer stieg, vorzüglich davon herrühre, so führte mich das auf den Gedanken, die leitende Kraft der feuchten Luft, oder einer Luft hinlänglich mit Wasser gesättigt, zu untersuchen,

Zu diesem Versuch versah ich mich mit einem neuen Thermometer No. 4., dessen Kugel eben die Form und Größe ($\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser) wie die vorhergehenden hatte. Ferner wurde ein Glas-Cylinder vorgerichtet, 8 Linien im Durchmesser, und gegen 14 Zoll lang, an dessen einem Ende sich wieder ein Glas-Ball von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser befand. Hierein wurde das Thermometer mittelst des Stöpsels, der das Ende des Cylinders verschloß, so geschoben, daß die Thermometer-Kugel wieder in der Mitte des Glas-Balls ruhte. —

Mittelst

Mittelſt des eben erwähnten Stöpſels durch deſſen Mitte die Thermometer-Röhre lief, wurde das Thermometer ohne irgend eine andere Vorrichtung in dem Cylinder wieder ſchwebend erhalten. Durch dieſen Stöpſel waren noch zwey andere kleine Löcher gebohrt und mit feinen Glas-Röhrchen ausgefüllt, wie bey dem Thermometer No. 3., wodurch eine Communication mit dem Cylinder unterhalten wurde, doch ſo, daß dieſe Röhrchen mittelſt feiner Korke verſtopft werden konnten. Um aber fernere Exploſionen, wie oben geſchah, zu verhüten, ſo wurden dieſe feinen Korke nur leicht in die Röhrchen geſtopft, damit ſie bey einem beträchtlichen Druck der eingeſchloſſenen Luft, oder Dunſtes könnten herausgeworfen werden.

Obſchon bey dieſer Vorrichtung das Thermometer nicht ſo ſtäte an ſeiner Stelle ruhte, wie bey den Thermometern No. 2., und No. 3., indem die Elaſticität der Röhre, und das Gewicht des Queckſilbers in der Thermometer-Kugel, eine geringe Vibration des Thermometers bey der plözlichen Bewegung des Queckſilbers verurſachte; ſo zog ich doch dieſe Verfertigungs-Art den andern vor, weil hier der untere Theil des Thermometers vollkommen ſchwebend erhalten wurde, ohne an irgend

einer

einer Stelle weder den Cylinder, noch den daran befindlichen Glas-Ball zu berühren: denn obgleich die Wärme-Menge, die durch den Cylinder an ſeinen Einbiegungen (wie bey den Inſtrumenten No. 1. und No. 2.) oder durch die Stahlfeder (bey No. 3.) der Thermometer-Röhre, und von da der Kugel deſſelben mitgetheilt wurden, ſehr klein geweſen ſeyn müſſen; ſo wollte ich doch auch jede nur mögliche Urſache des Irrthums zu vermeiden ſuchen.

Vermehrt Feuchtigkeit die wärmeleitende Kraft der Luft?

Um dieſe Frage zu beſtimmen unternahm ich folgende Verſuche, bey vollkommen heitern und guten Wetter. Das Queckſilber des Thermometers ſtand auf 27 Zoll 8 Linien, das Thermometer auf 19° und das Hygrometer auf 44°.

Versuch No. 17.			Versuch No. 18.		
Thermometer No. 4.			Dasselbe Thermometer (No. 4.)		
Umgeben mit atmosphärischer Luft, trocken bis zum 44° des Feder-Hygrometers der Mannheimer Akademie.			Umgeben mit atmosphärischer Luft, die so feucht als möglich durch Benetzen der innern Fläche des Cylinders und des Glasballs mit Wasser war gemacht worden.		
Aus gefrierendem Wasser sogleich in kochendes Wasser getaucht.			Aus gefrierendem Wasser sogleich in kochendes Wasser getaucht.		
Zeitverlauf		Angenommene Wärme	Zeitverlauf		Angenommene Wärme.
Min.	Sec	0°	Min.	Sec.	0°
0	34	10	0	6	10
0	39	20	0	4	20
0	44	30	0	5	30
0	51	40	0	9	40
1	6	50	0	18	50
1	35	60	0	26	60
2	40	70	0	43	70
Nicht	beob.	80	7	45	80
8	9 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.		1	51 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.	

Aus diesen Versuchen sieht man, daß die wärmeleitende Kraft der Luft durch Feuchtigkeit sehr vermehrt wird. Um nun zu sehen, ob das Resultat dasselbe bleiben würde, wenn man den Versuch umkehrte, so nahm ich jetzt das Thermometer mit

der

der feuchten Luft aus dem kochenden Waſſer heraus, und tauchte es in gefrierendes Waſſer, und beobachtete, indem ich es in dem eiskalten Waſſer beſtändig hin und her ſchwang, die Zeiten der Abkühlung, ſo wie ſie in der folgenden Tabelle notirt ſind.

N. B. Um das Reſultat dieſes Verſuches mit jenen mit trockner Luft angeſtellten zu vergleichen, ſo habe ich in der nachfolgenden Tabelle auf der einen Seite den oben erwähnten Verſuch notirt, auf der andern Seite den Verſuch No. 19. mit dem Thermometer No. 4. angeſtellt.

Verſuch No. 19. Thermometer No. 4. Umgeben mit feuchter Luft. Aus dem kochenden Waſſer genommen, und in gefrierendes Waſſer getaucht.			Verſuch No. 10. Thermometer No. 2. Umgeben mit trockner Luft. Aus dem kochenden Waſſer genommen, und in gefrierendes Waſſer getaucht.		
Zeitverlauf		Wärmeverluſt.	Zeitverlauf		Wärmeverluſt.
Min.	Sec.	80°	Min.	Sec.	80°
0	4	70	0	33	70
0	14	60	0	34	60
0	31	50	0	44	50
0	52	40	0	55	40
1	22	30	1	18	30
2	3	20	1	57	20
4	2	10	3	40	10
9	8 = Totalzeit der Erkaltung von 80° bis 10°.		9	41 = Totalzeit der Erkaltung von 80° bis 10°.	

Obgleich die Verschiedenheit der Zeiten der Abkühlung von 80° bis 10° in diesen beyden Versuchen sehr gering zu seyn scheint, so ist doch der Unterschied der Zeiten bey den ersten 20 oder 30° vom Siede-Punkt an gerechnet allerdings merkwürdig, und zeigt, um wie viel leichter die Wärme sich in feuchter Luft als in der trocknen fortpflanzt. Selbst die Langsamkeit, womit das Queckſilber des Thermometers No. 4. in diesem Versuch von dem 30 bis zu dem 20, und von dem 20 bis zu den 10ten Grade fiel, schreibe ich einigermaßen der größen leitenden Kraft der feuchten Luft zu, womit das Thermometer umgeben war; denn da der Glas-Cylinder, der das Thermometer und die feuchte Luft einschloß, nicht ganz in dem gefrierenden Wasser untergetaucht war, so wurde natürlich der nicht untergetauchte Theil von der atmosphärischen Luft umgeben, die, da sie viel wärmer als das Wasser war, ihre Wärme dem Glase mittheilte. Diese Wärme pflanzte sich in der im Cylinder enthaltenen feuchten Luft, so wie diese kälter als die äußere Luft wurde, fort, wurde durch jenes Medium auch an die Kugel des Thermometers gebracht, und verhinderte nun, daß sich diese nicht so schnell abkühlte, als es sonst geschehen seyn würde.

Allein

Allein ſobald das Wetter kalt wird, ſo habe ich mir vorgenommen, dieſen Verſuch mit mehrern Abänderungen zu wiederholen, wodurch ich denn die Sache außer allen Zweifel zu ſetzen hoffe.

Ich kann nicht umhin, hier auf die unendliche Weisheit aufmerkſam zu machen, womit uns die Natur gegen die üblen Wirkungen einer zu großen Hitze oder Wärme der Atmoſphäre geſchützt hat; denn geſetzt es wäre möglich, daß die Luft in den ſtrengen Winter-Monaten eben ſo dunſtig wäre, als wie es manchmal im Sommer der Fall iſt, ſo würde ihre leitende Kraft, die ſie auf unſern Körper äußert, durch dieſen Zuſatz von Feuchtigkeit ſo vermehrt werden, daß wir es kaum aushalten würden; allein glücklicherweiſe für uns, iſt dann ihre Kraft, Waſſer aufgelößt in ſich zu enthalten, ſehr geſchwächt, und damit zugleich auch die Kraft, uns unſere animaliſche Wärme zu rauben. Jedermann weiß aus Erfahrung wie unangenehm auch ein nur ſehr geringer Kälte-Grad bey feuchter Luft iſt; und hieraus erhellt, warum das Thermometer nicht immer ein richtiges Maaß für die freye oder empfindbare Wärme der Atmoſphäre iſt. Wenn ferner Erkältungen und Catarrhe durch die Beraubung der animaliſchen Wärme unſerer Körper entſtehen, ſo

ſieht

ſieht man hieraus den Grund, warum dieſe Stockungen vorzüglich während der kalten Regen-Zeit im Herbſt, und bey dem Thau-Wetter im Frühjahr herrſchen. Eben ſo folgt hieraus, warum das Schlafen in feuchten Betten, und das Wohnen in feuchten Häuſern ſo gefährlich iſt; warum die Abendluft im Sommer und Herbſt ſo ſchädlich iſt, da dieſes doch in kalten Wintern der Fall nicht iſt. — Mehrere ſehr geſchickte Phyſiker haben ſich ſchon in eine Menge von Schwierigkeiten verwickelt, um die erſtaunliche Wärme-Menge, — die nach ihrer Meinung der thieriſche Körper, der Winter Kälte ausgeſetzt, verliert; — mit der Menge von Wärme zu vergleichen, die derſelbe Körper in einem warmen Sommer der ihn umgebenden Luft mittheilt; allein man kann beynahe mit Gewißheit behaupten, daß der Unterſchied der Menge der mitgetheilten Wärme, ſehr viel geringer iſt, als ſie ſich einbildeten! Dieſe Unterſuchungen verdienen allerdings alle Aufmerkſamkeit, und ſie ſind durch zweckmäßige und gutangeſtellte Verſuche noch zu erforſchen. Doch ich verlaſſe jetzt dieſen merkwürdigen Gegenſtand, und kehre zu meinen Verſuchen wieder zurück.

Da ich die wärmeleitende Kraft der atmoſphäriſchen Luft und der Torricelliſchen Leere ſo verſchieden

den fand, so kam ich ferner auf den Gedanken, die wärmeleitende Kraft der atmosphärischen Luft von verschiedenen Graden der Dichtigkeit zu untersuchen. — Zu diesem Versuche richtete ich das Thermometer No. 4. ein, indem ich eins von den beyden kleinen Röhrchen, die sich in dem großen Korkstöpsel befanden, öffnete, wodurch ich denn einen Zugang zu dem großen Cylinder hatte, das andere Röhrchen aber versah ich an der Oeffnung mit einer Klappe. Das ganze Instrument wurde mit dieser Vorrichtung unter den Recipienten einer Luftpumpe gestellt; die Luft strömte bey dem Pumpen aus dem Glas-Ball und dem Cylinder heraus, aber die oben beschriebene Klappe verhinderte, daß sie nicht wieder zurückströmte, sobald Luft in den Recipienten gelassen wurde. — Das Barometer der Luft-Pumpe zeigte den Grad der Verdünnung der Luft unter dem Recipienten, und folglich zugleich auch der Luft, die sich im Cylinder befand, und das Thermometer unmittelbar umgab.

Mit diesem Instrumente, stellte ich bey heiterm guten Wetter, wo der Barometer-Stand 27 Z. 9 L. betrug, das Thermometer 15°, und das Hygrometer 47° zeigte, folgende Versuche an.

Verſuch No. 20. Thermometer No. 4. Umgebē mit atmoſphäriſcher Luft. Barometerſtand 27 Zoll 9 Linien. Aus gefrierendem Waſſer genommen, und in kochendes Waſſer getaucht.			Verſuch No. 21. Thermometer No. 4. Umgeben mit verdünnter Luft. Barometerſtand 6 Z. 11½ Linien. Aus gefrierendem Waſſer genommen, und in kochendes Waſſer getaucht.			Verſuch No. 22. Thermometer No. 4. Umgeben mit verdünnter Luft. Barometerſtand 1 Z. 2 Linien. Aus gefrierendem Waſſer genommen, und in kochendes Waſſer getaucht.		
Zeitverlauf		Angenommene Wärme	Zeitverlauf		Angenommene Wärme	Zeitverlauf		Angenommene Wärme
Min	Sec.	0°	Min	Sec.	0°	Min	Sec.	0°
0	31	10	0	31	10	0	29	10
0	40	20	0	38	20	0	36	20
0	41	30	0	44	30	0	49	30
0	47	40	0	51	40	1	1	40
1	4	50	1	7	50	1	1	50
1	25	60	1	19	60	1	24	60
2	28	70	2	27	70	2	31	70
10	17	80	10	21	80	nicht	beob	80
7	36 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.		7	37 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.		7	51 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.	

Das Reſultat dieſer Verſuche, geſtehe ich, überraſchte mich nicht wenig; doch da die Forſchung nach Wahrheit der einzige Zweck meiner Unterſuchungen iſt, (da ich keine angenommene Lieblings-Theorie zu vertheidigen habe) ſo wird doch dadurch, daß die Sachen oft in einer ganz unerwarteten Geſtalt erſcheinen, der Zweck keineswegs vereitelt. —

Durch

urch künftige Verſuche hoffe ich die Urſache aus-
mitteln, warum hier, wo die Dichtigkeiten der
ft ſo verſchieden waren, die Differenz ihrer wärme-
tenden Kraft ſo gering war, anſtatt daß, wie
r oben ſehen, die wärmeleitenden Kräfte der atmo-
häriſchen Luft und der Torricellichen Leere ſo ſehr
rſchieden waren. Ich wage jetzt keine Muthma-
ngen über dieſen Gegenſtand; nur ſo viel will ich
führen, daß man ſich auf die Richtigkeit meiner
geſtellten Verſuche ganz gewiß verlaſſen kann. —

Da die Zeit meines Aufenthalts in Mannheim
rfloſſen war (ich hatte nemlich das Glück gehabt,
e. Churfürſtl. Durchlaucht den Churfürſten von
falz Bayern bey ſeiner letzten Reiſe dahin zu be-
eiten) ſo konnte ich für jetzt meine Unterſuchungen
cht weiter verfolgen; doch ſobald ich nur irgend
uße bekomme, will ich ſie wieder fortſetzen; welches,
ie ich hoffe, zu Anfang des Novembers ſeyn wird.

Um die Verſuche aber ſo vollkommen als mög-
h zu verfolgen, ſo werde ich in der Zwiſchen-Zeit
eder Zeit noch Koſten ſparen, um mir zu dieſem
ehuf einen vollkommnen Apparat zu verſchaffen;
ch hat Se. Churfürſtl. Durchlaucht die Gnade ge-
bt, Herrn Artaria nach München zu beordern,

um

um mir in meinen Verſuchen beyzuſtehen. Unter einem Beſchützer, wie Se. Churfürſtl. Durchlaucht, und einem Gehülfen wie Artaria, werde ich mit Freuden meine Forſchungen fortſetzen. Möchten doch dieſe dem Publikum eben ſo nützlich ſeyn, als ſie mir angenehm waren!

Ich ſchließe dieſes Capitel mit einer kurzen Ueberſicht einiger Verſuche, die ich anſtellte, um die wärmeleitende Kraft des Waſſers und des Queckſilbers zu beſtimmen; zugleich füge ich noch eine Tabelle bey, die mit einem Blick die wärmeleitenden Kräfte aller der verſchiedenen Medien, die ich bis jetzt unterſuchte, liefert.

Ich füllte den Glas-Ball, der die Kugel des Thermometers No. 4. einſchloß, erſt mit Waſſer, dann mit Queckſilber, und ſtellte nun die folgenden Verſuche an, um die wärmeleitende Kraft dieſer beyden Flüſſigkeiten zu beſtimmen.

Ver-

Verſuch No. 23.
Thermometer No. 4.
Umg. m. Waſſer.
Aus gefrierendem Waſſer herausgenommen und in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf. M.	Zeitverlauf. S.	Angenommene Wärme. 0°
0	19	10
0	8	20
0	9	30
0	11	40
0	15	50
0	21	60
0	34	70
2	15	80
1	57 = Totalz.	

d. Erh. v. 0° b. 70°.

Verſuch No. 24, 25 und 26.
Thermometer No. 4.
Umgeben mit Queckſilber.
Aus gefrierendem Waſſer herausgenommen, und in kochendes Waſſer getaucht.

Zeitverlauf. Verſuch No. 24. M.	S.	Verſuch No. 25. M.	S.	Verſuch No. 26. M.	S.	Angenommene Wärme. 0°
0	5	0	5	0	5	10
0	4	0	2	0	5	20
0	2	0	2	0	4	30
0	4	0	5	0	5	40
0	4	0	4	0	7	50
0	7	0	4	0	8	60
0	15	0	9	0	14	70
nicht beob.		0	58	nicht beob.		80
0	41	0	31	0	48 = Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.	

Da die Totak-Zeit der Erhitzung von 0° bis 70° bey den drey Verſuchen mit Queckſilber 41 Sec. 31 Sec. und 48 Secunden waren, ſo beträgt das Mittel davon $36\frac{2}{3}$ Secunden; da aber bey dem Verſuche mit Waſſer zu demſelben Wärme-Grade eine Zeit von 1′ 57″ = 117 Secunden nöthig war, ſo folgt aus dieſen Verſuchen, daß ſich unter den angegebenen Umſtänden die wärmeleitende Kraft des Queck-

Queckſilbers zu der des Waſſer wie 36½ zu 147 in umgekehrtem Verhältniß, oder wie 1000 zu 513 verhält. Hieraus erklärt ſich, warum das Queckſilber, wenn es gleich dieſelbe Temperatur als das Waſſer hat, doch dem Gefühl nach entweder viel wärmer oder viel kälter als letzteres zu ſeyn ſcheint; denn der Eindruck der Kälte oder Wärme, den ein Körper bey uns erregt, hängt nicht bloß von der Temperatur oder dem Wärme-Grade, den der Körper wirklich beſitzt, ab, ſondern vorzüglich von der Quantität der Wärme, die der Körper in einem kleinen Zeitraum uns mitzutheilen, oder von uns anzunehmen im Stande iſt; und dieſes bewirkt größtentheils die wärmeleitende Kraft der eben erwähnten Körper.

Die Empfindung der Wärme, beym Berühren eines Körpers, iſt nichts anders, als ein Strömen der Wärme von daher in unſern Körper, das Gefühl der Kälte aber ein Ausſtrömen der Wärme aus unſerm Körper; dasjenige, was nun dieſen Wechſel erleichtert oder beſchleunigt, vermehrt folglich auch die Heftigkeit des Eindrucks. Dieſes iſt ein zweyter Beweis, daß das Thermometer kein richtiges Maas der Intenſität der Wärme oder Kälte in einem Körper iſt: oder vielmehr, daß wir nach der Berührung keinen

keinen richtigen Schluß auf die wirkliche Temperatur der Körper machen können.

Tabelle über die wärmeleitenden Kräfte aller der Subſtanzen die durch die vorhergehenden Verſuche beſtimmt wurden.

Thermometer No. 1.		No. 4.														
Herausgenommen aus gefrierendem Waſſer, und in kochendes Waſſer getaucht.																
Zeitverlauf.																Angenommene Wärme.
Torricelliſche Leere. Verſuch No. 3. 4. und 13.		Atmoſphäriſche Luft. Dichtheit = 1. Verſuch No. 20.		Verdünnte Luft. Dichtheit = $\frac{1}{2}$. Verſuch No. 21.		Verdünnte Luft. Dichtheit = $\frac{1}{27}$. Verſuch No. 22.		Feuchte Luft. Verſuch No. 18.		Waſſer. Verſuch No. 23.		Queckſilber. Verſuch No. 24. 25. und 26.				
M.	S.	M.	S.	M.	S.	M.	S.	M.	S.	M.	S.	M.	S.			0°
0	52	0	31	0	31	0	29	0	6	0	19	0	5			10
0	58	0	40	0	38	0	36	0	4	0	8	0	3½			20
1	3	0	41	0	44	0	49	0	5	0	9	0	2½			30
1	18	0	47	0	51	1	1	0	9	0	11	0	4			40
1	25	1	4	1	7	1	1	0	18	0	15	0	5			50
1	58	1	25	1	19	1	24	0	26	0	21	0	6½			60
3	19	2	28	2	27	2	31	0	43	0	34	0	12½			70
11	57	10	17	10	21	—	—	7	46	2	13	0	58			80
10	53	7	36 =	7	37	7	51	1	51	1	57	0	36½	=		
Totalzeit der Erhitzung von 0° bis 70°.																

Bey der Bestimmung und Vergleichung der wärmeleitenden Kräfte dieser Substanzen, habe ich blos die Zeiten der Erwärmung des Thermometers von 0° bis 70°, gerechnet, weil das Queckſilber von dem 70° bis zum 80° ſehr langſam ſteigt, und es daher ſehr ſchwierig iſt, den Augenblick, wo es den 80° erreicht, genau zu beſtimmen.

Nehmen wir nun die wärmeleitende Kraft des Queckſilbers = 1000 an, ſo verhalten ſich hierzu die wärmeleitenden Kräfte der übrigen Subſtanzen, nach den Reſultaten der eben erwähnten Verſuche, wie folgt:

Queckſilber.	1000
Feuchte Luft.	330
Waſſer.	313
Atmoſphäriſche Luft, Dichtigk. = 1	$80\frac{45}{100}$
Verdünnte Luft, Dichtigk. = $\frac{1}{4}$	$80\frac{23}{100}$.
Verdünnte Luft, Dichtigk. = $\frac{1}{24}$	78.
Torricelliſche Leere	55.

Nach dieſen Verhältniſſen richten ſich auch die Quantitäten der Wärme, die dieſe verſchiedenen Subſtanzen in einer beſtimmten Zeit abzuſetzen im Stande ſind; folglich drücken obige Zahlen ſowohl die relativen empfindbaren Temperaturen dieſer Subſtanzen, als auch ihre wärmeleitende Kraft aus. In wie fern dieſe Schlüſſe auch unter veränderten

Um-

Umständen fest bestehen, kann nur durch Versuche ausgemittelt werden. Ohnstreitig ist dieses ein Gegenstand der Untersuchung, der nicht bloß an sich selbst betrachtet, alle Aufmerksamkeit verdient, sondern auch für das allgemeine Wohl sehr nützlich werden kann; und ich wünsche recht sehr, daß durch meinen Anfang die Physiker veranlaßt werden möchten, ihre Forschungen auf dieses so lange vernachläßigte Feld physikalischer Forschungen zu wenden. Was mich betrift, so bin ich fest entschlossen, sie nicht liegen zu lassen.

Bey dem fernern Verfolg dieser Forschungen werde ich mich nicht bloß auf die Bestimmung der wärmeleitenden Kräfte der Flüssigkeiten beschränken; im Gegentheil sollen feste Substanzen, vorzüglich aber diejenigen, die man gewöhnlich zur Bekleidung wählt, den Haupt-Gegenstand meiner Forschungen ausmachen. Ich habe diese Untersuchungen bereits angefangen: doch will ich ihren Zusammenhang nicht unterbrechen, und verspare sie daher zu einer eignen Abhandlung *).

*) Bis hierher wurde dieser Aufsatz von dem Verfasser in der K. Akademie der Wissenschaften zu London d. 9. März 1786. die Fortsetzung im folgenden 2 Capitel erst d. 19. Januar 1792 vorgelesen.

D. Uebersetzer.

II. Capitel.

Die Wärme verſchiedener Subſtanzen, deren man ſich zu künſtlichen Bekleidungen bedient, verglichen, und durch Verſuche beſtimmt. — Relative Wärme von Bedeckungen, die einerley Dicke und Subſtanz, aber verſchiedene Dichte haben. — Relative Wärme von Bedeckungen, aus gleichen Mengen derſelben Subſtanz beſtehend, aber auf verſchiedene Art angewendet. — Verſuche, um zu beſtimmen, in wie fern die Kraft mancher Körper, die Wärme zurückzuhalten von ihren chemiſchen Eigenſchaften abhängt. — Verſuche mit Holzkohlen — mit Lampenruß, — mit Holzaſche — Merkwürdige Verſuche mit ſemen Lycopodii. — Aus allen dieſen Verſuchen folgt, daß die Luft, die die Zwiſchenräume derjenigen Subſtanzen — deren man ſich zu Bedeckungen, um die Wärme zurückzuhalten, bedient — anfüllt, eine ſehr wichtige Rolle bey dieſem Proceſſe ſpielt. — Dieſe Subſtanzen ſcheinen zu verhindern, daß die Luft die Wärme nicht fortleitet. — Forſchungen über die Art, wie dieſes bewirkt wird. — Dieſe Forſchungen führen auf einen entſcheidenden Verſuch, aus deſſen Reſultat erhellt, daß die Luft ein vollkommner Nichtleiter der Wärme iſt. — Aus dieſer Entdeckung laſſen ſich eine Menge merkwürdige Erſcheinungen in der Oeconomie der Natur erklären.

(Vorgeleſen in der Königl. Societät. d. 19. Januar 1792).

Die

Die Leitung und Zuſammenhaltung der Wärme ſind Gegenſtände von der größten Wichtigkeit für die Oeconomie des menſchlichen Lebens, ſo daß ich deswegen meine jetzigen Unterſuchungen hauptſächlich auf dieſen Punkt concentriren werde, da ich einſehe, daß ſich aus der Entdeckung neuer Thatſachen in dieſem Felde des Wiſſens, gewiß ſehr große Vortheile für das allgemeine Beſte ableiten laſſen.

Wären die Geſetze der Mittheilung der Wärme aus einem Körper in den andern gefunden, ſo ließen ſich darnach für alle Fälle Maaßregeln treffen, die Wärme in ihren Wirkungen zuſammenzuhalten, und dieſe zu leiten, wodurch ſich nicht bloß große Erſparniß für die Feurung und Bekleidung ergäben, ſondern wodurch zugleich auch die Gemächlichkeit und Bequemlichkeit des bürgerlichen Lebens ſehr erhöht werden würde; Rückſichten, die der praktiſche Phyſiker nie aus der Acht laſſen ſollte.

Der Weg, den ich bey dieſen Unterſuchungen eingeſchlagen habe, iſt der, den ich für den zweckmäßigſten hielt, um mich auf nützliche Entdeckungen zu führen. Ohne mich an irgend eine beſtimmte Theorie zu binden, bildete ich mir ſelbſt einen Plan einer experimentalen Unterſuchung, von

dem ich überzeugt war, daß er mich auf die Kenntniß gewiſſer Thatſachen leiten würde, über die wir bis jetzt entweder noch gar nicht, oder doch nur ſehr unvollkommen unterrichtet ſind, und wovon die Nothwendigkeit, mit ihnen bekannt zu werden, doch am Tage liegt.

Der erſte wichtige Gegenſtand, den ich bey dieſen Unterſuchungen im Auge hatte, war, die Urſache der Wärme gewiſſer Körper feſt zu beſtimmen, oder die Umſtände von welchen ihre Kraft abhängt, die Wärme an ſich zu halten. Dieſes heißt mit andern Worten nichts anders, als die Urſache der leitenden oder nichtleitenden Kraft der Körper, in Hinſicht auf die Wärme, zu beſtimmen.

Zu dieſem Zweck unterſuchte ich zuerſt durch Verſuche die relativen leitenden Kräfte verſchiedener Körper von verſchiedenen Naturen, ſowohl flüſſige als feſte. Die Verſuche über einige derſelben habe ich in der vorhergehenden Abhandlung geliefert, die ſich auch in den Verhandlungen der Königl. Societät für das Jahr 1786 befindet; jetzt will ich den Faden wieder anknüpfen, und in der Geſchichte meiner Unterſuchungen fortfahren.

Da ich entdeckt hatte, daß die Torricelliſche Leere ein weit ſchlechterer Leiter der Wärme als die at-

atmoſphäriſche Luft iſt; da ich ferner die relativen wärmeleitenden Kräfte der Luft, des Waſſers und des Queckſilbers unter verſchiedenen Lagen beſtimmt hatte, ſo ging ich jetzt zur Unterſuchung der wärmeleitenden Kraft feſter Körper fort; vornämlich aber der Subſtanzen, deren man ſich gewöhnlich zur Bekleidung bedient.

Die Art, wie ich dieſe Verſuche anſtellte, war folgende: Ein Queckſilber Thermometer (ſ. Taf. 5. Fig. 4) deſſen Kugel gegen $\frac{1}{100}$ eines Zolls im Diameter hatte, und deſſen Länge 10 Zoll betrug, wurde in der Achſe einer cylindriſchen Glas-Röhre, die $\frac{3}{4}$ Zoll im Diameter hielt, und ſich in einen Glas-Ball $1\frac{1}{10}$ Zoll im Diameter endigte, ſo gehänge, daß das Centrum der Thermometer-Kugel mit dem Centro des Glas-Balls coincidirte; hierauf wurde der Raum zwiſchen der innern Fläche des Glas-Balls und der Thermometer-Kugel mit der Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft man beſtimmen wollte, angefüllt, das Inſtrument in kochendem Waſſer erhitzt, dann in eine gefrierende Miſchung von Eis und Waſſer getaucht, wobey denn die Zeiten der Abkühlung beobachtet und angemerkt wurden.

Die Röhre des Thermometers war nach Reaumur von 10° zu 10° graduirt, und die Grade mit

einem Diamant auf dem Glaſe angemerkt. Die umgebende cylindriſche Glas-Röhre blieb leer, ſo daß man den Stand des Queckſilbers in der Thermometer-Röhre ſehr gut beobachten konnte.

Das Thermometer wurde an ſeiner Stelle durch einen Korkſtöpſel, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, erhalten, der genau in die Mündung der cylindriſchen Röhre paßte, und in deſſen Mitte das Ende des Thermometer-Röhre gekittet war.

Die Subſtanzen, deren leitende Kraft beobachtet werden ſollte, wurden auf folgende Art in den Glas-Ball gebracht: das Thermometer wurde aus der cylindriſchen Röhre herausgenommen, und der Glas-Ball $\frac{2}{3}$ hoch mit der zu unterſuchenden Subſtanz angefüllt, worauf denn die Thermometer-Kugel einige Zoll weit in die cylindriſche Röhre gethan, und der Reſt der Subſtanz um die Thermometer-Röhre herumgelegt wurde. Dann wurde das Thermometer weiter in die Röhre hinein bis an ſeinen gehörigen Platz geſchoben. Der Reſt der zu prüfenden Subſtanz, der über der Thermometer-Kugel in der Röhre hieng, wurde mittelſt eines Meſſing-Drathes der durch ein Loch, — das zu dieſem Entzweck in dem Korkſtöpſel gemacht war, — lief, in den Glas-

Glas-Ball hinunter geſchoben, und gleichförmig um die Thermometer-Kugel herum vertheilt.

Da dieſes Inſtrument blos dazu beſtimmt iſt, um den Durchgang der Wärme durch die Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft man unterſuchen will, zu finden und zu meſſen, ſo nenne ich es deswegen Paſſage-Thermometer, und dieſen Namen werde ich auch allen den Inſtrumenten beylegen, die zu demſelben Gebrauch und nach denſelben Prinzipien bereitet werden, und die ich in Zukunft anzuführen vielleicht Gelegenheit habe. Da ferner dieſes Inſtrument ſowohl hier, als in meiner vorigen Abhandlung über die Wärme ſo weitläuftig iſt beſchrieben worden, ſo brauche ich, wenn ich künftig ähnliche der Art beſchreibe, nicht alle die kleinen Details anzuführen. Deswegen werde ich dann blos ihre Größe, oder die Diameter ihrer Kugeln, Cylinder und Bälle, und die Länge und Gradationen ihrer Röhren anführen, indem ich vorausſetze, daß man ſich hier noch eine deutliche Idee von dem Inſtrumente wird machen können.

Bey den mehrſten meiner vorigen Verſuche, wurde, um die wärmeleitende Kraft eines Körpers zu beſtimmen, der Körper in den Glas-Ball des

Paſ-

Paſſage-Thermometers eingeſchloſſen. Dann wurde das Inſtrument bis zur Temperatur des gefrierenden Waſſers abgekühlt, hierauf aus dem Eis-Waſſer herausgenommen, ſchnell in kochendes Waſſer getaucht, und die Zeiten der Erhitzung von 10° zu 10° angemerkt. Dort ſagte ich, daß ſich jene Zeiten wie die wärmeleitende Kraft des Körpers in umgekehrtem Verhältniſſe verhielten. Bey den Verſuchen hingegen, die ich jetzt anführen will, habe ich im allgemeinen die ganze Verfahrungsart umgekehrt; das heißt, anſtatt die Zeiten der Erhitzung zu bemerken, habe ich zuerſt den Körper in kochendem Waſſer erhitzt, dann in eine Miſchung von geſtoßenem Eis und Waſſer getaucht, und die Zeiten des Erkaltens bemerkt.

Ich habe dieſe letztere Methode der erſtern nicht bloß deswegen vorgezogen, weil man ein Thermometer, das in eine Miſchung von Eis und Waſſer getaucht iſt, viel genauer und beſtimmter beobachten kann, als wenn daſſelbe Thermometer in ein Gefäß mit kochendem Waſſer geſtellt wird, wo der heiße Dampf das ganze Inſtrument umgiebt; ſondern auch deswegen, weil die Wärme des kochenden Waſſers nach dem verſchiedenen Drucke der Atmoſphäre auch verſchieden iſt, woraus folgt, daß

die

die an verſchiedenen Tagen damit angeſtellten Verſuche auch verſchieden ſeyn müſſen, und folglich ſtreng genommen gar nicht mit einander verglichen werden können. Die Temperatur des Waſſers mit Eis gemengt bleibt immer dieſelbe, und folglich ſind auch die daraus fließenden Verſuche gleichförmig.

Beym Erhitzen, brachte ich daher das Thermometer nicht bis zur Temperatur des Siede-Punktes, da wie ich eben bemerkt habe, dieſe Temperatur veränderlich iſt; ſondern ſo wie das Queckſilber den 75° der Scale erreicht hatte, ſo nahm ich es ſchnell aus dem kochenden Waſſer und tauchte es ſogleich in die Miſchung von Eis und Waſſer; oder, welches ich noch für genauer hielt: ich ließ das Queckſilber ein oder 2 Grad über 75° Grad ſteigen, nahm dann das Thermometer aus dem kochenden Waſſer heraus, hielt es über ein Gefäß mit Eis und Waſſer, und in dem Augenblicke, wo das Queckſilber auf 75° ſtand, tauchte ich das Thermometer in die Miſchung. Mit Hülfe einer Uhr am Ohr, die halbe Secunden ſchlug, die ich zählte, bemerkte ich das Sinken des Thermometers von 70° an, bis 10° der Scale. Bey wenigen Beobachtungen ſetzte ich die Abkühlung bis 0° oder bis zum Eis-Punkte fort, da dieſes viel Zeit koſtete, und mit keinem beſondern

Vor-

Vortheil verbunden war, indem die Bestimmung der Zeit der Abkühlung von 60° Reaumur d. h. von 70° bis 10°, vollkommen hinreichend ist, um die wärmeleitende Kraft irgend eines Körpers daraus zu bestimmen.

Das Thermometer wurde während seiner Abkühlung beständig in der Mischung von Eis und Wasser herumbewegt. Das Wasser enthielt immer so viel gestoßenes Eis, daß es die Oberfläche des Wassers bedeckte und nach Befinden der Umstände wurde frisches Eis zugesetzt.

Da ich nun den Apparat zu den folgenden Versuchen, und die Art sie anzustellen beschrieben habe, so gehe ich zu den Versuchen selbst fort.

Zuerst suchte ich die relativen wärmeleitenden Kräfte solcher Substanzen, deren man sich gewöhnlich zur Bekleidung bedient, zu bestimmen. Hierzu hatte ich mich mit einer Quantität roher Seide, so wie sie der Wurm spinnt, mit Schaafwolle, Baumwolle, Leinen-Zeug (es waren die Fäserchen sehr feiner irrländischer Leinewand) mit den feinsten Biberhaaren, die von dem Fell und den längern Haaren gesäubert waren, mit den feinsten Haaren von einem weißen russischen Haa-

Haasen, und mit Eiderdunen versehen. Ich that jedesmal 16 Gran von jeder dieser Substanzen in den Glas-Ball des Passage-Thermometers, vertheilte sie jedesmal sehr sorgfältig in dem Balle, erhitzte dann das Thermometer in dem kochenden Wasser, wie oben beschrieben, nahm es dann heraus, tauchte es in das gestoßene Eis und Wasser, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung.

Weil aber die Zwischenräume der Substanzen die auf diese Art sich im Glas-Ball befinden, mit Luft angefüllt sind, so machte ich zuerst den Versuch mit Luft allein, und nahm das Resultat dieses Versuchs als die Basis an, wonach ich alle übrigen verglich. Die Resultate der drey Versuche mit Luft sind folgende:

Die Thermometer-Kugel mit Luft umgeben.

Wärme-verlust.	Vers. No. 1. Zeitverlauf	Vers. No. 2. Zeitverlauf	Angenom. Wärme.	Vers. No. 3. Zeitverlauf
70°	—	—	10°	—
60	38″	38″	20	39″
50	46	46	30	43
40	59	59	40	53
30	80	79	50	67
20	122	122	60	96
10	231	230	70	175
Totalzeit	576	574	—	473

Die

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate der Versuche, mit den dabey erwähnten Substanzen:

Wärmeverlust.	Luft.	Rohe Seide 16 Gr.	Schafwolle 16 Gr.	Baumwolle 16 Gr.	Feines Linn 16 Gr.	Bieberhaare 16 Gr.	Haasenhaare 16 Gr.	Eiderdunen 16 Gr.
	Vers. 1.	Vers 4.	Vers 5.	Vers. 6	Vers. 7.	Vers. 8	Vers 9	Vers. 10.
70°	—	—	—	—	—	—	—	—
60	38″	94″	79″	83″	89″	99″	97″	98″
50	46	110	95	95	93	116	117	116
40	59	133	118	117	115	153	144	146
30	80	185	162	152	150	185	193	192
20	122	273	238	221	218	265	270	268
10	231	489	426	378	376	478	494	486
Total zt.	576	1284	1118	1046	1032	1296	1315	1305

Da sich nun die Wärme eines Körpers, oder seine Kraft die Wärme zurückzuhalten, wie seine Kraft, dem Durchgange der Wärme durch sich hindurch zu widerstehen (die ich seine nichtleitende Kraft nennen will) verhält; da sich ferner die Zeit, die ein Körper, der mit einem Medio umgeben ist, wodurch die Wärme streichen muß, zu seiner Abkühlung braucht, caeteris paribus, wie der Widerstand verhält, den das Medium dem Durchgange der Wärme entgegensetzt; so scheint es, daß

sich

ſich die Wärme der in der vorigen Tabelle erwähnten Körper wie die Zeiten der Abkühlung verhält; indem ſich ihre wärmeleitende Kraft wie jene Zeiten in umgekehrtem Verhältniſſe, wie ich oben zeigte, verhält.

Zufolge der Reſultate der vorhergehenden Verſuche, waren unter den 7 verſchiedenen Subſtanzen, die probiert wurden, die Haaſen-Haare und die Eiderdunen die wärmſten; nach dieſen folgt der Biber Pelz; rohe Seide; Schaafwolle; Baumwolle; und zuletzt, die Faſern von feiner Leinewand; allein ich geſtehe, die Verſchiedenheit der Wärme dieſer Subſtanzen, war lange nicht ſo beträchtlich, als ich ſie zu finden gehofft hatte. Da ich vermuthete, daß dieſes aus der verſchiedenen Intenſität der Subſtanzen, (obgleich die Gewichte dieſelben waren) die aus der Verſchiedenheit ihrer ſpecifiſchen Schwere folgt, entſtanden ſey; da es aber ſo leicht nicht war, die ſpecifiſchen Schweren dieſer Subſtanzen, mit der Genauigkeit zu beſtimmen, um daraus zu ſehen, in wie fern eine gegebene Differenz des Volumens oder der Quantität derſelben Subſtanz, immer in demſelben Raum eingeſchloſſen, im Stande ſey, die Zeit ihrer Abkühlung, oder die frey gewordene Wärme der Bedeckung, zu befördern oder zurückzuhalten, ſo machte ich folgende drey Verſuche.

Bey

Bey dem erſten war die Kugel des Thermometers mit 16 Gran Eiderdunen umgeben; Bey dem zweyten mit 32 Gran; bey dem dritten mit 64 Gran; und bey allen dieſen Verſuchen wurde es ſo eingerichtet, daß die Subſtanz genau denſelben Platz einnahm d. h. die ganze innere Capacität des Glas-Balls, in deren Mitte die Kugel des Thermometers ſchwebte; folglich blieb die Größe der das Thermometer umgebenden Hülle, dieſelbe, da hingegen ihre Dichtigkeit ſich im Verhältniß der Zahlen 1, 2, und 4 veränderte.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende:

Die Kugel des Thermometers mit Eiderdunen umgeben.			
Wärmeverluſt.	16 Gran.	32 Gran.	64 Gran.
	Verſuch No. 11.	Verſuch No. 12.	Verſuch No. 13.
70°	—	—	—
60	97″	111″	112″
50	117	128	130
40	145	157	165
30	192	207	224
20	267	304	326
10	486	565	658
Totalzeit	1304	1472	1615

Ohne mich jetzt dabey aufzuhalten, beſondere Schlüſſe aus den Reſultaten dieſer Verſuche zu ziehen,

ben, ſo gehe ich zu andern über, welche uns noch weitere Beleuchtung über die Natur derjenigen Umſtände, wovon die Wärme der Bekleidung abhängt, geben werden.

Da ich nach den letzten Verſuchen fand, daß die Denſität der Hülle ſo viel zu ihrer Wärme beytrug, wenn gleich ihre Stärke oder Dicke dieſelbe blieb, ſo war ich nun begierig zu ſehen, in wie weit die innere Structur derſelben dazu beytrüge, ſie mehr oder weniger zugänglich für die Wärme zu machen, bey gleicher Dicke und Quantität der Materie. Unter der innern Structur verſtehe ich die Lage der Theile der Subſtanz, die die Hülle bildet; ſie mögen nun ganz zart, und durch den Raum, den ſie einnehmen, gleich vertheilt ſeyn, wie die rohe Seide, ſo wie ſie der Wurm ſpinnt; oder ſie mögen gröber, in großen Maſſen vertheilt, mit weitern Zwiſchenräumen verſehen ſeyn, ſo wie die Faſern des Tuches, oder abgeſchnittene Fäden.

Geſetzt entweder die Wärme ſtriche durch die Subſtanzen, deren man ſich zur Bekleidung bedient, oder die Wärme der Bekleidung hienge blos von der Schwierigkeit ab, welche die Wärme bey ihrem Durchgange durch die Subſtanzen, oder die ſol-

den

den Theile, woraus sie bestehen, findet; so müßte sich in diesem Fall die Wärme der Bekleidung caeteris paribus, immer wie die Quantität der Materialien woraus sie zusammengesetzt sind, verhalten; daß dieses aber nicht der Fall ist, zeigen sowohl die vorhergehenden als folgenden Versuche ganz deutlich.

Da ich bey dem 4ten Versuche die Wärme von 16 Gran roher Seide bestimmt hatte, so wiederholte ich nun denselben Versuch mit derselben Quantität oder Gewicht von gezupftem weissen Taffent, und dann mit eben so viel gewöhnlicher Näh-Seide, die in 3 Zoll lange Stücken geschnitten war. Die folgende Tabelle zeigt die Resultate dieser drey Versuche.

Wärmeverlust.	Rothe Seide. 16 Gran. Versuch 13.	Gezupftes Taffent. 16 Gran. Versuch 14.	Nähseide in Stückchen geschnitten. 16 Gran. Versuch 15.
70°	—	—	—
60	94″	90″	67″
50	110	106	79
40	133	128	99
30	185	172	135
20	273	246	195
10	489	427	342
Totalzeiten.	1284	1169	917

Ob-

Obgleich bey allen drey Verſuchen die Quantitäten der Seide dieſelben waren, und ob ſie gleich bey jedem der Verſuche denſelben Raum einnahmen, ſo war doch die Wärme der durch die Seide gebildeten Hüllen ſehr verſchieden, welches von der verſchiedenen Lage des Materials herrührte.

Die rohe Seide war ſehr fein und gleich vertheilt durch den ganzen Raum, den ſie einnahm, und bildete daher eine ſehr warme Hülle.

Der gezupfte Taffent war auch fein, doch nicht ſo fein als die rohe Seide; folglich waren die Zwiſchenräume der Faden größer, und er war weniger warm; die Stückchen Näh-Seide endlich waren ſehr rauh, folglich ſehr ungleichförmig in dem Raum, den ſie einnahmen verbreitet, und bildeten daher eine ſehr ſchlechte Hülle zum Zuſammenhalten der Wärme.

Aus den Reſultaten der fünf letzten Verſuche wird es klar, daß die Luft, die die Zwiſchenräume der Körper, deren man ſich zur Bekleidung bedient, einnimmt, eine wichtige Rolle beym Zuſammenhalten der Wärme ſpielt; doch ich verſchiebe die weitere Unterſuchung dieſes Umſtandes bis ich mehrere andere

dere Versuche angeführt habe, die, wie ich glaube, noch mehr Licht über diesen Gegenstand verbreiten werden.

Allein ehe ich weiter gehe, führe ich noch drey Versuche, oder vielmehr ein und denselben Versuch, den ich an einem Tage dreymal wiederholte, an, um zu sehen, in wie fern man sich, in Hinsicht auf die Gleichförmigkeit ihrer Resultate, auf sie verlassen könne.

Der Glas-Ball des Passage-Thermometers wurde mit 16 Gran Baumwolle angefüllt, das Instrument wurde dabey verschiedenemal erhitzt und abgekühlt, und die Zeiten der Abkühlung waren folgende:

Wärmeverlust.	Versuch 16.	Versuch 17.	Versuch 18.
70°	—	—	—
60	82″	84″	83″
50	96	95	95
40	118	117	116
30	152	153	151
20	221	221	220
10	380	377	377
Totalzeiten.	1049	1047	1042

Die Differenzen der Zeiten der Abkühlung sind bey diesen drey Versuchen äußerst gering; aber eben so

ſo regelmäßig wie dieſe, waren auch die übrigen auf dieſelbe Art angeſtellten Verſuche, von denen viele zwey bis dreymal wiederholt wurden, ob ich ſie gleich, wegen der Kürze, blos als einfache Verſuche bemerkt habe.

Ich fahre jetzt in meinen Forſchungen über die Urſache der Wärme der warmen Bekleidungen fort. Da ich gefunden hatte, daß die Feinheit und die gleiche Verbreitung eines Körpers oder einer Subſtanz, deren man ſich als Hülle zum Zuſammenhalten der Wärme bedient, ſo viel zur Erhaltung der Wärme beyträgt, ſo war ich jetzt begierig auf den Erfolg, wenn ich die Bedeckung verdichten würde, indem die Quantität der Subſtanz dieſelbe bliebe, aber ihre Dicke nach dem Verhältniß der Zunahme ihre Dichtigkeit, verringert würde.

Der Verſuch, den ich deswegen anſtellte, war folgender: — Ich nahm 16 Gran gewöhnliche Näh-Seide, von Mittelſtärke, wand ſie ſo um die Thermometer-Kugel, daß dieſe davon ganz und von derſelben Stärke bedeckt war, ſteckte dann das Thermometer wieder in den Glas-Cylinder, und erhitzte das ganze Inſtrument wieder in kochenden Waſſer, kühlte es dann in Waſſer und Eis ab, ſo wie bey

den obigen Versuchen. Die Resultate dieses Versuchs liefert die folgende Tabelle. Damit sie gleich mit den andern mit gleicher Menge Seide, aber verschiedentlich angewendet, angestellt, verglichen werden können, habe ich jene Versuche daneben gesetzt:

Wärmeverlust.	Rohe Seide. 16 Gran.	Gezupfter feiner Taffent. 16 Gran.	Nähseide in Stücken geschnitten. 16 Gran.	Nähseide um die Kugel d. Thermomet. gewunden 16 Gran.
	Vers. N. 4	Vers. N. 14	Vers. N. 15.	Vers. N. 19
70	—	—	—	—
60	94″	90″	67″	46″
50	110	106	79	62
40	133	128	99	85
30	185	172	135	121
20	273	246	195	191
10	439	427	342	399
Totalz.	1214	1169	917	904

Es verdient sehr bemerkt zu werden, daß, obgleich die Hülle, die durch die Näh-Seide die im 19 Versuch um die Thermometer-Kugel gewunden war, gebildet wurde, wenig Kraft zu besitzen schien, die Wärme, so lange das Instrument heiß war, zusammenzuhalten; — doch nachher, da sich die Wärme des Thermometers der Wärme des ihn umgebenden Mediums näherte, ihre Kraft die Wär-

me,

me, die in der Thermometer-Kugel blieb, zurückzuhalten, ſelbſt größer erſchien, als die der Seide in dem Verſuch No. 15., indem die Zeit der Abkühlung von 20° bis auf 10° in dem Verſ. No. 19 = 399″, in dem Verſuch aber nur = 342″ war. Daſſelbe beobachtete ich bey den folgenden Verſuchen, wo die Thermometer-Kugel mit Fäden von Wolle, Baumwolle, und Leinen, oder Flachs, auf dieſelbe Art wie mit der Näh-Seide umwunden war.

Die folgende Tabelle liefert die Reſultate dieſer Verſuche mit Fäden verſchiedener Art. Um auch ſie deſto leichter mit den Verſuchen die mit derſelben Quantität derſelben Subſtanzen aber in verſchiedener Form angeſtellt wurden, vergleichen zu können, habe ich auch die Rechnungen dieſer Verſuche zur Seite einer jeden mit beygefügt. Eben ſo habe ich auch noch einen Verſuch mit beygefügt, wo 6 Gran feine Leinwand um die Thermometer-Kugel gewunden wurden, die 9 mal herum reichte, dann oben und unten zugebunden wurde, ſo daß die Kugel völlig damit bedeckt war.

Wärme-verluſt.	Schafwolle, 16 Gran, umgiebt die Kugel des Thermometers.	Wollene Fäden, 16 Gran, um die Kugel des Thermometers gewunden.	Baumwolle, 16 Gran, umgiebt die Kugel des Thermometers.	Baumwollene Fäden, 16 Gran, um die Kugel des Thermometers gewunden.	Gezupftes Linnenzeug, 16 Gr. umgiebt die Thermometer-Kugel.	Leinene Fäden, 16 Gran, um die Thermometer-Kugel gewunden	Leinwand, 16 Gran, um die Thermometer-Kugel gewickelt.
	Verſ. 5.	Verſ. 20.	Verſ. 7.	Verſ. 21.	Verſ. 7.	Verſ 22	Verſ 23.
70°	—	—	—	—	—	—	—
60	79″	46″	83″	45″	80″	46″	42″
50	95	63	95	60	93	62	56
40	118	89	117	83	115	85	74
30	162	126	152	115	150	117	108
20	238	200	221	179	218	180	168
10	426	410	378	370	376	385	338
Totalz.	1118	934	1046	852	1032	873	785

Daß der um die Thermometer-Kugel leicht gewundene Faden eine minder warme Hülle als dieſelbe Quantität von Wolle, oder von andern rohen Materialien, (woraus der Faden gemacht war) die die Kugel des Thermometers lockerer umhüllten, und folglich einen größern Raum einnahmen, abgeben würde,

würde, hatte ich nach meiner Idee über die Urſachen der Wärme der Bedeckungen erwartet; allein ich geſtehe, es überraſchte mich ſehr, die relative Wärme dieſer beyden Arten von Umhüllungen, da, wo ſie große Wärme-Grade zurückhalten ſollen, und dann, wenn die Wärme, welche ſie einſchließen ſollen, nach Verhältniß gegen die Temperatur des ſie umgebenden Mediums viel geringer iſt, ſo verſchieden zu finden. Dieſe Verſchiedenheit iſt ſehr auffallend: Bey den Verſuchen mit Schaafwolle, und mit wollenen Faden, verhielt ſich die Wärme der Hülle aus 16 Gran der Schaafwolle gemacht, zu der, aus 16 Gran wollenen Faden gebildet, — da der Thermometer von 70° bis 60° abgekühlt wurde, — wie 79 zu 46; hingegen hernach, da das Thermometer blos von 20° bis auf 10° gefallen war, verhielt ſich die Wärme der Wolle zu der der wollenen Fäden nur wie 426 zu 410; und bey den Verſuchen mit leinenem Zeuge, und leinenen Fäden war, bey ſehr verminderter Wärme, die Bedeckung durch Fäden ſogar wärmer, als die von Leinwand, da doch im Anfang der Verſuche, wo die Wärme viel größer war, die Leinwand wärmer als die Fäden, im Verhältniß wie 80 zu 46 war.

Hieraus folgt, daß eine Bedeckung unter gewiſſen Umſtänden ſehr geſchickt ſeyn könne, geringe

Wärme-

Wärme-Grade zu bewahren; da doch der Unterſchied zwiſchen beyden Bedeckungen zur Bewahrung einer gröſtern intenſivern Wärme ſehr gering ſeyn würde, und vice versa. Dies iſt, wie ich glaube, ein neues Factum, deſſen Kenntniß zu weitern Entdeckungen in Hinſicht auf die Wärme von Bedeckungen, oder der Art, wie die Wärme durch ſie hindurch geht, führen kann. Doch ehe ich dieſen Gegenſtand weiter verfolge, will ich lieber vorher verſchiedene andere Verſuche erſt anführen, die wie ich hoffe mehr Licht darüber verbreiten, und die Unterſuchung leichter und befriedigender machen werden.

Um zu beſtimmen, in wie fern die Kraft mancher Körper, die Wärme zuſammenzuhalten, (ſobald man ſich ihrer zu Bedeckungen bedient) von der Natur dieſer Körper als chemiſche Subſtanzen betrachtet, abhängt, unternahm ich die folgenden Verſuche:

Da die Holzkohle, wie man annimmt, beynahe ganz aus Phlogiſton zuſammengeſetzt iſt, ſo meinte ich, daß, wenn ich den Verſuch, wie ich ihn mit verſchiedenen andern Körpern angeſtellt hatte, jetzt mit Holzkohle verſuchte, ich dadurch entdecken würde, ob das phlogiſtiſche Prinzip entweder die

Urſache

Urſache der wärmeleitenden oder nichtleitenden Kraft derjenigen Körper, die es enthalten, ſey. Ich füllte daher den Glas-Ball des Paſſage-Thermometers mit 176 Gran feinem Kohlen-Pulver (es war im Mörſer geſtoßen, und dann fein durchgeſiebt worden) ſo daß es die Thermometer-Kugel vollkommen umgab, erhitzte das Inſtrument in kochenden Waſſer, tauchte es dann in eine Miſchung von Eis und Waſſer, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung, ſo wie ſie die folgende Tabelle liefert. Dann wiederholte ich denſelben Verſuch mit Lampenruß, und mit einer trocknen Holzaſche. Die Reſultate liefert gleichfalls die folgende Tabelle.

Die Kugel des Thermometers umgeben mit				
Wärmeverluſt.	176 Gran feinen Kohlenpulver.	176 Gr. feinen Kohlenpulver.	195 Gr. Lampenruß	307 Gr. reiner trockner Holzaſche.
	Verſ. N. 24	Verſ N. 25	Verſ. N. 26	Verſ. N. 27
70°	—	—	—	—
60	79″	91″	124″	96″
50	95	91	118	92
40	190	109	134	107
30	139	133	164	136
20	196	192	237	185
10	331	321	394	311
Totalzeit	940	937	1171	927

Den

Der Verſuch No. 25. war eine bloße Wiederholung von No. 24., und wurde ſogleich nach dieſem angeſtellt; nur wurde durch die Bewegung des Thermometers bey dem erſten Verſuche das Kohlen-Pulver in dem Glas-Ball ein wenig gerüttelt, welchem Umſtand ich die Verſchiedenheit, die ſich in den Reſultaten der beyden Verſuche findet, zuſchreibe.

Bey den Verſuchen mit Lampenruß und mit der Holzaſche, ſind die Zeiten der Abkühlung von 70° bis 60° größer, als die von 60° bis 50°; dieſes rührt wahrſcheinlich von der beträchtlichen Menge von Wärme her, die dieſe Subſtanzen ſelbſt enthalten, und die ſie erſt abſetzen mußten, ehe ſie in der Kugel des Thermometers enthaltene Wärme annehmen, und wieder an das ſie umgebende Medium abſetzen konnten.

Den nächſten Verſuch ſtellte ich mit Semen lycopodii an, welches gewöhnlich auch Hexen-Mehl heißt; eine Subſtanz, die ganz beſondere Eigenſchaften beſitzt. Es nimmt durchaus keine Näſſe an. Streuet man eine gehörige Menge auf die Oberfläche eines Waſſer-Beckens, ſo ſchwimmt es nicht blos darauf ohne naß zu werden, ſondern es verhindert auch daß andere Körper, die man hindurch in das

Waſſer

Waſſer taucht, nicht naß werden, ſo daß man ein Stück Gold, oder einen andern feſten Körper mit der Hand von dem Boden des Waſſer-Beckens aufheben kann, ohne die Hand naß zu machen; ein gewöhnliches Kunſtſtück der gemeinen Taſchenkünſtler: das Hexen-Mehl bedeckt nemlich die Hand, geht mit auf den Boden des Gefäßes, und ſchützt ſo die Hand, daß ſie nicht naß wird. Dieſe Subſtanz hat das Anſehn eines leichten, feinen gelben Pulvers, das ſehr entzündlich iſt, ſo daß wenn man es aus einem Federkiel in die Licht-Flamme bläßt, es wie Schießpulver flackert, weswegen man es auch auf unſern Theatern braucht, um den Blitz damit nachzuahmen.

Ich ſah ein, daß zwiſchen dieſer Subſtanz und der Luft eine ſtarke Attraction Statt finden müſſe, und da ich zufolge einiger Umſtände, die ich bey einigen der vorhergehenden Verſuche bemerkt hatte, vermuthete, daß die Wärme einer Bedeckung nicht blos von der Feinheit der Subſtanz, woraus die Bedeckung beſteht, und von der Lage ihrer Theile herrührt, ſondern daß ſie einigermaßen aus einer gewiſſen Attraction zwiſchen der Subſtanz und der Luft, die die Zwiſchenräumchen anfüllt, entſteht, ſo glaubte ich, ein Verſuch mit Semen lycopodii

würde

würde wahrscheinlich mehr Licht über diesen Gegenstand verbreiten, und ich betrog mich auch nicht ganz in dieser Meinung, so wie man aus den Resultaten der folgenden drey Versuche sehen wird.

Die Kugel des Thermometers mit 256 Gran Semen lycopodii umgeben.

Wärmeverlust.	Abgekühlt Vers. N. 28.	Abgekühlt Vers. N. 29.	Angenom. Wärme.	Erhitzt. Vers. N. 30.
70°	—	—	0°	—
60	146″	157″	10	230″
50	162	166	20	68
40	175	170	30	63
30	209	203	40	76
20	284	288	50	121
10	502	513	60	316
—	—	—	70	1585
Totalzt.	1478	1491	—	2459

Bey dem letzten Versuch (No. 30.) dessen Resultat sehr auffallend war, wurde das Instrument in schmelzendem Eise bis auf 0° abgekühlt, und hierauf sogleich in kochendes Wasser getaucht, worinne es so lange blieb, bis das eingeschlossene Thermometer eine Wärme von 70° angenommen hatte, welches 2459 Secunden, oder gegen 40 Minuten dauerte; indem das Instrument schon 1½ Min. in dem kochenden Wasser stand, ehe das Queckſilber im Thermometer auch nur im geringsten stieg. Da es endlich in Bewegung kam, so stieg es sehr schnell

40 oder 50 Grad, worauf aber seine Bewegung so langsam wurde, daß es 1535 Secunden oder etwas über 26 Minuten dauerte, ehe es 60° bis 70° stieg, obgleich die Temperatur des Mediums, in welchem es sich befand, während dieser ganzen Zeit beynahe 80° war. Das Queckſilber des Thermometers stand beynahe auf 27 Pariser Zoll.

Alle die verschiedenen Substanzen, die ich bis jetzt zu den Versuchen gebraucht hatte, um damit die Kugel des Thermometers zu umhüllen, hatten, die Flüssigkeiten ausgenommen, die Wärme mehr oder minder zusammengehalten, oder verhindert, daß sie aus dem Thermometer nicht so schnell heraustrat, als es geschehen seyn würde, wäre der Glas-Ball, in dessen Mitte sich das Thermometer befand, mit nichts als mit Luft angefüllt gewesen. Allein nun entsteht die große Frage, wie, oder auf welche Art jene Substanzen dieses bewirkten?

Zuerst war es nicht blos die Folge ihrer eignen nichtwärmeleitenden Kraft; denn nehmen wir an, daß sie anstatt blos schlechte Wärme-Leiter zu seyn, für die Wärme ganz undurchdringlich gewesen wären, so war in diesem Fall ihr Volumen oder ihre festen Bestandtheile so erstaunlich klein im Verhältniß gegen die Capacität des Glas-Balls in dem sie

sich

ſich befanden, daß, hätten ſie keine Wirkung auf die Luft, die ihre Zwiſchenräumchen anfüllte, hervorgebracht, dieſe Luft hinreichend geweſen wäre, in weniger als der in den Verſuchen bemerkten Zeit, alle mitgetheilte Wärme fortzuleiten.

Da der Diameter des Glas-Balls 1, 6 Zoll war, ſo betrug der Inhalt deſſelben 2,14466 Cub. Zoll; und da der Inhalt der Thermometer-Kugel nur 0,08741 eines Cub. Zolls betrug (indem der Diameter 0,55 Zoll war) ſo hielt der Raum zwiſchen der Thermometer-Kugel und der innern Fläche des Glas-Balls 2,14466 — 0,08711 = 2,05755 Cub. Zoll. Dieſen ganzen Raum nahmen die Subſtanzen, womit die Thermometer-Kugel in den obigen Verſuchen umgeben war, ein.

Obgleich nun die Subſtanzen jenen Raum einnahmen, ſo füllten ſie ihn doch bey weiten nicht aus; denn den gröſten Theil des Raums nahm die Luft ein, die die Zwiſchenräumchen der erwähnten Subſtanzen anfüllte. Bey dem Verſuche No. 4. nahmen 16 Gran roher Seide dieſen Raum ein; da ſich nun die ſpecifiſche Schwere der rohen Seide zu der des Waſſers, wie 1734 zu 1000 verhält, ſo war das Volumen dieſer Seide gleich dem Volumen von

9,4422

9,4422 Gr. Waſſer; da ferner ein Cubic-Zoll Waſſer 253,185 Gran wiegt, ſo war das Volumen der Seide gleich $\frac{2}{1}\frac{3}{4}\frac{7}{3}\frac{2}{5}\frac{3}{6} = 0{,}037294$ eines Cub. Zolls. Da nun der Raum, den ſie einnahm 2,95755 Cub. Zoll betrug, ſo folgt hieraus, daß die Seide nicht mehr als gegen $\frac{1}{80}$ des Raums, in dem ſie eingeſchloſſen war, anfüllte. Der ganze übrige Theil des Glas-Balls war mit Luft angefüllt.

Bey dem Verſuch No. 1., wo der Raum zwiſchen der Thermometer-Kugel und dem Glas-Ball, bloß mit Luft angefüllt war, betrug die Zeit, um das Thermometer von 79° bis 10° abzukühlen 576 Sec., bey dem Verſuch No 4 hingegen, wo derſelbe Raum mit 54 Theilen Luft, und 1 Theil roher Seide angefüllt war, betrug die Zeit derſelben Abkühlung 1284 Secunden.

Nehmen wir nun an, daß die Seide durchaus keine Wärme fortleiten konnte und ſetzen ferner zugleich voraus, daß ſie die Luft, die ſich mit in dem Glas-Ball befand, nicht verhindern konnte, die Wärme fortzuleiten, ſo würde in dieſem Fall die Gegenwart der Seide in dem Glas-Ball die Zeit der Abkühlung nur nach dem Verhältniß der Luft-Menge, die ſie von ihrem Platze vertrieben hätte,

d. h.

d. h. wie 1 zu 54, oder um etwas mehr als 10 Secunden, verzögert haben. Allein die Zeit der Abkühlung war in der That um 708 Secunden verlängert worden (denn bey dem Versuch No. 1. betrug es 576 Sec. und im Vers. No. 4. war es 1284 Sec.); Dies beweißt, daß nicht blos die Seide an und für sich selbst die Wärme nicht fortleitete, sondern daß sie auch die Luft, die ihre Zwischenräumchen einnahm, daran hinderte, oder wenigstens ihre Kraft, die Wärme fortzuleiten, sehr schwächte.

Die nächste Frage ist nun: wie kann die Luft gehindert werden, daß sie die Wärme nicht fortleitet? und dieses zieht die andere nach sich: wie leitet die Luft die Wärme fort?

Wenn die Luft die Wärme leitet, wie es wahrscheinlich ist, daß die Metalle, das Wasser, und alle andere feste Körper und unelastische Flüssigkeiten sie leiten, das heißt indem ihre Theilchen an ihrer Stelle bleiben, so geht die Wärme von Theilchen zu Theilchen durch die ganze Masse. Da man nun nicht berechtigt ist anzunehmen, daß sich die Wärme nothwendig in geraden Linien fortpflanzen muß, so begreife ich nicht, wie die Dazwischenkunft solch

einer

einer kleinen Menge eines festen Körpers, der nur $\frac{1}{3}$ Theil des Volumens der Luft, (wie oben bemerkt worden) betrug, solch eine beträchtliche Verminderung der wärmeleitenden Kraft der Luft, wie es in dem obenerwähnten Versuche No. 4. mit roher Seide der Fall war, hätte hervorbringen können.

Wenn die Luft und das Wasser die Wärme auf dieselbe Art fortleiten, so wäre es mehr als wahrscheinlich, daß ihre wärmeleitende Kraft durch dieselben Mittel könnte geschwächt werden; allein da ich den Versuch mit Wasser anstellte, indem ich den Glas-Ball, in dessen Mitte die Thermometer-Kugel sich befand, damit anfüllte, und dann denselben Versuch dadurch veränderte, daß ich 16 Gran roher Seide in das Wasser mischte; so fand ich nicht, daß die wärmeleitende Kraft des Wassers durch die Seide merklich geschwächt wurde *).

Doch haben wir oben gesehen, daß dieselbe Seide, wenn sie mit einem gleichen Volumen Luft ge-

*) Der hier erwähnte Versuch wurde im Jahr 1787 angestellt. Allein das Resultat einer sorgsamern Forschung über diesen Gegenstand hat seit dem gezeigt, daß sich die Wärme im Wasser nicht auf die hier angenommene Art fortpflanzt. (Siehe VII. Abhandl).

gemiſcht iſt, deren wärmeleitende Kraft um einen beträchtlichen Grad verringerte; folglich, kann man füglich ſchließen, daß das Waſſer und die Luft die Wärme auf verſchiedene Art fortleiten.

Der folgende Verſuch aber, wird, wie ich glaube, die Sache außer allen Zweifel ſetzen.

Es iſt bekannt genug, daß die Eigenſchaft der Luft, Waſſer im aufgelößten Zuſtande zu erhalten, durch die Wärme ſehr vermehrt, und durch die Kälte ſehr vermindert wird; ferner daß, wenn ſehr warme Luft mit Waſſer geſättigt iſt, und ſie hernach abgekühlt wird, ein Theil dieſes Waſſers natürlicherweiſe abgeſetzt wird.

Ich nahm eine cylindriſche Bouteille von durchſichtigem Glaſe, 8 Zoll im Diameter, und 12 Zoll hoch, mit einem kurzen engen Halſe, hieng in die Mitte der Bouteille ein ſchmales Stück leinenes Zeug mäßig angefeuchtet, tauchte ſie dann in ein großes Gefäß mit Waſſer, das bis zu 100° erhitzt war, ließ ſie darinn, bis die Luft nicht blos warm geworden, ſondern ſich auch mit der Feuchtigkeit aus dem Stück Linnen ganz geſättigt hatte, indem die Oeffnung der Bouteille während dieſer ganzen Zeit mit einem guten Kork verſtöpft war. Da dieſes

ſes geſchehen war, ſo nahm ich den Kork einen Augenblick heraus, um den leinenen Streifen wegzunehmen, ſtopfte dann die Bouteille ſchnell wieder zu, nahm ſie aus dem warmen Waſſer heraus, und tauchte ſie in ein großes cylindriſches Gefäß, 12 Zoll im Diameter und 16 hoch, welches gerade ſo viel eiskaltes Waſſer enthielt, daß das Gefäß, wenn die Bouteille ganz untergetaucht war, ganz damit angefüllt war.

Da das Gefäß, ſo wie die Bouteille und das Waſſer vollkommen durchſichtig war, ſo konnte ich ganz deutlich ſehen, was in der Bouteille vorging; da ich ferner das Gefäß auf einen Tiſch nahe an das Fenſter in die günſtigſte Beleuchtung geſetzt hatte, ſo ſchickte ich mich zur Beobachtung mit aller der bangen Erwartung an, die die Gewißheit, daß das Reſultat des Verſuches entſcheidend ſeyn müſſe, natürlich einflößt.

Ich war überzeugt, daß die in der Bouteille enthaltene Luft ihre Wärme nicht verliehren würde, ohne nicht auch in *demſelben Augenblick*, und auf *derſelben Stelle*, einen Theil ihres enthaltenen Waſſers abzuſetzen; durchdränge nun die Wärme die Maſſe der Luft von dem Centrum

aus nach der Oberfläche zu, oder pflanzte sie sich in ihr von Theilchen zu Theilchen, auf dieselbe Art fort, wie sich, wie man mit Wahrscheinlichkeit annehmen kann, die Wärme im Wasser, und in den andern unelastischen Flüssigkeiten *) verbreitet, so mußte bey weiten der größte Theil der in der Bouteille enthaltenen Luft, auch ehe sie noch das Glas berührte seine Wärme abgeben, und zu gleicher Zeit einen verhältnißmäßigen Theil seines Wassers absetzen, der denn in Gestalt eines Regens niederfallen würde; ob ich nun gleich vermuthete, daß dieser Regen zu fein seyn würde, um bey seinem Niederströmen bemerkt zu werden, so erwartete ich doch, ihn auf den Boden der Bouteille, wenn auch nicht in sichtbaren Wassertropfen, doch als feuchten Beschlag zu finden, eben so wie kalte Gläser von heißen wässerigen Dünsten anlaufen.

Würden hingegen die Theilchen der Luft, anstatt ihre Wärme von Theilchen zu Theilchen fortzupflanzen, für sich selbst, und jedes abgesondert von

*) Der hier erwähnte Versuch wurde im Jahr 1787 angestellt; allein das Resultat einer sorgsamern Untersuchung dieses Gegenstandes hat seitdem bewiesen, daß sich die Wärme im Wasser, nicht nach der hier angenommenen Art fortpflanzt. (Siehe VII. Aufsatz.)

von dem Mittel-Punkt aus an die Oberfläche der Bouteille gelangen, ſo ſchloß ich, daß in dieſem Fall, der durch das abgeſetzte Waſſer gebildete Beſchlag ſich über die ganze Bouteille verbreiten müßte, ſo daß er am Boden eher ſchwächer als ſtärker, als an den Seiten erſcheinen würde; und dieſes beſtätigte ſich auch wirklich.

Der feuchte Beſchlag erſchien zuerſt an den Seiten der Bouteille nach dem Halſe zu; von da breitete er ſich nach und nach nach unten zu aus, wurde aber immer ſchwächer, ſo daß er $\frac{1}{2}$ Zoll von dem Boden der Bouteille kaum mehr ſichtbar war; auf dem Boden ſelbſt aber, der beynahe ganz eben war, ſah man kaum die entfernteſte Spur von Feuchtigkeit.

Dieſe Erſcheinungen ſind, wie ich glaube, leicht zu erklären. Wenn die Luft, die unmittelbar das Glas berührt, abgekühlt wird, und einen Theil ihres Waſſers an der Glasfläche abgeſetzt hat, ſo ſinkt ſie zufolge ihrer vermehrten ſpecifiſchen Schwere an den Seiten der Bouteille herab, und drängt, indem ſie ſich auf dem Boden derſelben lagert, die ganze Maſſe der warmen Luft hinauf; dieſe ſetzt nun auch ihrer Seits, an den Seiten-

Wänden der Bouteille ihre Wärme und ihr Waſſer ab, und indem ſie ihren Lauf nachher wieder niederwärts nimmt, ſo geht dieſer Kreislauf ſo lange fort, bis die ganze Luftmaſſe in der Bouteille genau die Temperatur des Waſſers, in dem ſie umgebenden Gefäß, angenommen hat.

Hieraus wird klar, warum der verdichtete Dunſt ſich zuerſt in dem Halſe der Bouteille anſetzt; ferner warum er ſich eben da am ſtärkſten ſammelt, ſo daß er ſich nach den Boden zu immer unbeträchtlicher abſetzt.

Dieſer Verſuch beſtärkte mich in einer Meinung, die ich ſchon vor einiger Zeit gehabt hatte, daß, obgleich die individuellen Theilchen der Luft fähig ſind, Wärme aufzunehmen und fortzuführen, doch die Luft in einem ruhigen Zuſtande, oder als ein Fluidum betrachtet, deſſen Theilchen unter ſich betrachtet ruhen, nicht fähig iſt, die Wärme fortzuleiten, oder ihr einen Durchgang zu gewähren; mit einem Wort, daß die Wärme nicht fähig iſt, durch eine Maſſe von Luft zu gehen, indem ſie von einem Theilchen zum andern bringt; und daß von dieſem Umſtande ihre nichtleitende Kraft vorzüglich abhängt.

Die-

Dieser Umstand ist es also vorzüglich von dem es abhängt, daß die nichtleitende Kraft der Luft, oder ihre apparente Wärme, wenn man sie als Hülle zum Einschließen der Wärme anwendet, so beträchtlich durch eine Mischung mit einer kleinen Menge einer sehr feinen, leichten, festen Substanz, wie z. B. rohe Seide, Pelzwerk, Eiderdunen u. s. w. (s. die vorhergehenden Versuche) erhöht wird: denn obgleich, wie ich schon bemerkt habe, diese Substanzen, wegen der geringen Quantität, in der sie angewendet wurden, kaum beträchtlich die Luft würden verhindert haben, die Wärme fortzuleiten, oder ihr einen Durchgang zu gewähren, in dem Fall, daß sie durch sie hindurch hätte gehen können; so konnten sie die Luft, in dem Act der Fortpflanzung der Wärme doch sehr hindern.

Allein noch findet sich ein anderer Umstand, den man nothwendigerweise auch in Betracht ziehen muß. Dieses ist die Attraction, die zwischen der Luft, den oben erwähnten Körpern, und andern ähnlichen Substanzen, die eine natürliche oder künstliche Bekleidung abgeben, Statt findet. Denn obgleich die Incapacität der Luft, — der Wärme auf die Art einen Durchgang zu gestatten, wie es bey festen Körpern Statt hat, — uns in den Stand setzt,

ihre

ihre Wärme unter gewiſſen Umſtänden zu erklären, ſo ſcheint doch die bloße Zuläſſigkeit dieſes Prinzips nicht hinzureichen, um die außerordentlichen Grade der Wärme, wie wir ſie bey dem Pelzwerk, bey Federn, bey verſchiedenen andern Arten der natürlichen und künſtlichen Bekleidung, und ſelbſt im Schnee finden, zu erklären; denn nehmen wir an, daß die Theilchen der Luft, die Wärme, die durch dieſe Körper zuſammen oder zurückgehalten werden ſoll, ohne ein anderes Hinderniß, als das aus ihrer vis inertiae, (oder dem Mangel der nothwendigen Kraft um ſie in Bewegung zu ſetzen) entſteht, wegführen könnten, — ſo ſcheint es wahrſcheinlich zu ſeyn, daß die Nachfolge von friſchen Theilchen kalter Luft, und der daraus entſtehende Verluſt von Wärme, viel ſchneller ſeyn würde, als wie wir es in der That finden.

Daß eine Attraction, ja ſelbſt eine ſehr ſtarke, zwiſchen den Theilchen der Luft, den feinen Haaren oder Pelzwerk von Thieren, den Federn von Vögeln, der Wolle ꝛc. Statt hat, erhellet aus der Hartnäckigkeit, womit dieſe Subſtanzen die Luft, die an ihnen hängt, ſelbſt wenn ſie in das Waſſer getaucht, oder unter dem Recipienten einer Luftpumpe behandelt werden, an ſich halten. Daß dieſe

Attraction für die Wärme jener Körper nothwendig iſt, kann man, wie ich glaube, leicht erklären.

Bey dem Pelzwerk zum Beyſpiel, iſt die Attraction zwiſchen den Theilchen der Luft, und den feinen Haaren, in welche erſtere gehüllt ſind, größer, als die vermehrte Elaſticität oder Repulſionskraft dieſer Lufttheilchen gegen die übrigen Theilchen der Luft betrachtet, welche aus der Wärme, die ihnen durch den animaliſchen Körper mitgetheilt wird, entſteht; ſo wird die Luft in dem Pelzwerk, obgleich erwärmt, doch nicht leicht fortgeführt; und dieſe Decke von eingeſchloſſener Luft iſt die eigentliche Barriere, die die animaliſchen Körper gegen die äußere kalte Luft ſchützt. Jene Luft kann die animaliſche Wärme nicht fortführen, da ſie ſelbſt durch ihre Attraction an die Haare oder das Pelzwerk gefeſſelt iſt; daher wenn ſie ja Wärme fortführt, ſo geſchiehet dieſes nur mit der Schwierigkeit, wie ich in den vorhergehenden Verſuchen genugſam gezeigt habe.

Hieraus erklärt ſich, warum die Pelze, die die feinſten, längſten und dickſten Haare haben, zugleich auch die wärmſten ſind; und warum die Pelze des Bibers, der Fiſchotter, und anderer ihnen ähnlicher

licher Thiere, die viel im Waſſer leben, ſo wie die Federn des Waſſergeflügels im Stande ſind, die Wärme dieſer Thiere im Winter, ohngeachtet der erſtaunlichen Kälte, und der großen leitenden Kraft des Waſſers, worinne ſie ſchwimmen, zu erhalten. Die Attraction zwiſchen dieſen Subſtanzen, und der Luft, die ihre Zwiſchenräumchen einnimmt iſt ſo groß, daß dieſe Luft ſelbſt durch die Berührung des Waſſers aus ihrer Stelle nicht vertrieben wird; ſondern indem ſie an ihrer Stelle bleibt, ſo verhindert ſie ſowohl, daß der animaliſche Körper nicht naß wird, als auch daß er ſeiner Wärme durch die ihm umgebende kalte Flüſſigkeit nicht beraubt wird; ja es iſt ſogar möglich, daß der Druck des Waſſers gegen die Decke der Luft, die in den Zwiſchenräumchen des Pelzes oder der Federn eingeſchloſſen iſt, die Wärme oder nichtleitende Kraft derſelben zu gleicher Zeit ſo vermehrt, daß das Thier auf dieſe Art im Waſſer eben nicht mehr Wärme verliert, als wenn es ſich in freyer Luft befindet. Denn wir ſahen in den vorhergehenden Verſuchen, daß unter gewiſſen Umſtänden die Wärme einer Bedeckung dadurch ſehr vermehrt wird, daß man ihre Theile näher zuſammen bringt, oder ihre Dichtigkeit auf Koſten ihrer Dicke vermehrt. Aber dieſer Umſtand ſoll hernach noch weiter unterſucht werden.

Die

Die Bären, Wölfe, Füchse, Haasen, und andere ähnliche Thiere, die in kalten Gegenden sich aufhalten, haben auf dem Rücken dickern Pelz, als am Bauche. Die erwärmte Luft, die die Räumchen zwischen den Haaren des Thiers einnimmt, strebt nach oben zu zu steigen, und würde, vermöge ihrer vermehrten Elasticität durch den Rücken der Thiere viel leichter, als durch den Bauch entweichen, hätte die Vorsehung sie nicht gegen dieses Uebel durch die vermehrten Hemmungen in den obern Theilen, wodurch die Wärme an den thierischen Körper gefeßelt wird, so weise geschützt. Dieses giebt schon, wie ich glaube, beynahe einen Beweis für die Prinzipien über die Art, wie die Wärme von der Luft fortgeführt wird, und über die Ursachen der nichtleitenden Kraft der Luft oder ihre apparente Wärme, wenn sie, verbunden mit andern Körpern, als eine Decke zum Zusammenhalten der Wärme betrachtet werden kann, ab.

Der Schnee, der die Oberfläche der Erde unter hohen Graden der Breite im Winter bedeckt, ist ohne Zweifel vom Schöpfer zur Bekleidung jener Gegenden bestimmt, um sie gegen die rauhen Winde aus den Polar-Gegenden, die während der kalten Jahres-Zeit dort herrschend sind, zu schützen.

Die-

Dieſe Winde, behalten, der großen Land-Striche ohngeachtet, über welche ſie ſtreichen, ihre Rauhigkeit ſo lange, als der Boden, über den ſie wehen, noch mit Schnee bedeckt iſt, bey; und ihre ſchneidende Kälte nimmt erſt ab, und verliert ſich nach und nach, wenn ſie den Ocean erreichen, wo ſie aus den Gewäſſern deſſelben die Wärme, die der Schnee auf dem Lande zurück hielt, erhalten und aufnehmen.

Man findet immer, daß die Winde viel kälter ſind, wenn der Boden mit Schnee bedeckt iſt, als wenn er davon entblößt iſt; und dieſe außerordentliche Kälte wird, wie man gewöhnlich annimmt, der Luft durch den Schnee mitgetheilt. Doch dieſes iſt eine ganz irrige Meinung; denn meiſtentheils ſind die Winde ſogar viel kälter als ſelbſt der Schnee. Sie behalten aber ihre Kälte, weil der Schnee ſie verhindert, ſich auf Koſten der Erde zu erwärmen, und dieſes beweißt den großen Nutzen des Schnees, die Wärme der Erde in kalten Climaten im Winter zu erhalten.

Merkwürdig iſt es, daß dieſe Winde ſelten von den Polen gerade gegen den Aequator zu wehen, ſondern meiſtens vom Lande gegen die See zu. Auf

der Oſtküſte von Nord-Amerika wehren die kalten Winde von Nord-Weſt; auf der Weſtküſte von Europa hingegen wehen ſie von Nord-Oſt.

Daß ſie gerade nach den Gegenden hin wehen, wo ſie die Wärme, die ſie ſuchen, am leichteſten erhalten können, iſt gar nichts außerordentliches; ferner daß ſie nach und nach aufhören und verſchwinden, wenn ſie durch die Berührung mit den Gewäſſern des Oceans erwärmt worden ſind, ſtimmt gleichfalls mit der Natur und den Urſachen ihrer Bewegung überein, und wenn ich eine Hypotheſe über den vorzüglichſten Nutzen der Meere, oder über den Grund, warum das Verhältniß des Waſſers auf unſerm Erdboden, gegen das Land betrachtet, ſo überwiegend iſt, wagen darf, ſo beſteht ſie darinn: daß dieſes Uebergewicht des Waſſers dazu dient, eine gleichere Temperatur in den verſchiedenen Climaten zu erhalten, indem durch das Waſſer die Winde, die zu gewiſſen Perioden über die großen Continente hin wehen, dadurch entweder erwärmt oder abgekühlt werden.

Daß kalte Winde, wenn ſie über das Meer ſtreichen, dadurch viel milder werden, und daß ſehr warme Winde durch die Berührung mit dem Waſ-

ſer

ser desselben abgekühlt werden, ist ganz gewiß; eben so gewiß ist es auch, daß die See-Winde, in allen Climaten viel temperirter als die Land-Winde sind.

Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, daß das milde Clima von Groß-Britannien und Irrland durch die Trennung dieser Inseln vom festen Lande, mittelst einer so großen Wasserfläche entsteht; und in allen ähnlichen Fällen, bringen ähnliche Ursachen in jedem Theil des Erd-Körpers ähnliche Wirkungen hervor.

Die kalten Nord-West-Winde, die auf der Küste von Nord-Amerika im Winter herrschend sind, erstrecken sich über 100 See-Meilen vom Ufer, und immer findet man, daß sie, so wie sie sich vom Lande entfernen, immer weniger heftig, und weniger schneidend werden.

Diese periodischen Winde, die über die Continente von Europa und Nord-Amerika wehen, sind vorzüglich gegen das Ende des Februars und im März herrschend, und ich sehe ein, daß, wenn sie vorzüglich im März sehr heftig wehen, und wenn um diese Zeit der Boden gut mit Schnee bedeckt ist,

die-

dieses zu einem baldigen Frühling, und zu seinem fruchtbaren Sommer vieles beyträgt. Die ganze Atmosphäre der Polar Gegenden wird durch diese Winde nach und nach in den Ocean getrieben, dort erwärmt, und mit Wasser gesättigt. Da nun eine große Anhäufung der Luft auf der See eine natürliche Folge dieser lang anhaltenden Winde vom Ufer her ist, so breitet sich dann, sobald jene Winde aufgehört haben, die auf der See angehäufte mildere Luft über das Land weit und breit aus, und unterstützt die wiederkehrende Sonne, um die Erde von ihrer Winterbekleidung zu befreyen, und die mannichfaltigen Schönheiten des neugebohrnen Jahres schneller zu verbreiten.

Die wärmere Luft, die von dem Meere landeinwärts strömt, hat ihre Wärme durch die Berührung mit dem Ocean erhalten, und ist folglich mit Wasser gesättigt; hieraus entstehen die warmen Platzregen im April und May, die zu einem fruchtbaren Jahre so nothwendig sind.

Der Ocean kann als das große Reservoir zur Ausgleichung der Wärme betrachtet werden; und sein wohlthätiger Einfluß, eine gewisse Temperatur

in

in der Luft zu erhalten, wirkt in allen Jahres-Zeiten, und unter allen Climaten.

Die verzehrend-heißen Winde der Zona torrida werden durch die Berührung mit ihrem Gewässer abgekühlt; rückwärts, bringen nun die kühlen See-Winde, die fast in allen heißen Ländern zu gewissen Stunden des Tages nach dem Lande zu wehen, angenehme Kühlung, und zugleich neues Leben und Kraft für die Pflanzen, und Thiere, die durch die brennende Sonnenhitze so entkräftet waren, mit. Welcher große Strich Landes, der jetzt der fruchtbarste auf der Erde ist, würde nicht durch die übermäßige Hitze durchaus verdorren und unbewohnbar werden, wären nicht diese kühlenden See-Winde! Ja es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Extreme von Wärme und Kälte der verschiedenen Jahreszeiten in der temperirten und kalten Zone ganz unerträglich seyn würden, erhielte der Ocean nicht eine gewisse gleichförmige Temperatur.

Zu allen diesen Absichten ist der Ocean vorzüglich gut eingerichtet, nicht blos wegen der großen Kraft des Wassers, Wärme zu absorbiren, und wegen der großen Tiefe und Ausbreitung der ver-

verschiedenen Meere (die so beträchtlich ist, daß Ein Sommer oder Winter diese ungeheure Masse kaum merklich erwärmen oder abkühlen kann); sondern auch wegen der immerwährenden Circulation, die im Ocean durch die darinn herrschenden Strömungen bewirkt wird.

Die Gewässer der heißen Zone werden durch diese Strömungen zu den Polar-Gegenden geführt, werden dort durch die Berührung mit dem kalten Winde abgekühlt, und indem sie so ihre Wärme jenen unwirthbaren Gegenden mitgetheilt haben, kehren sie nach dem Aequator zurück, und bringen Kühlung für jene verzehrenden Climate mit.

Die Weisheit und Güte der Vorsehung ist oft in Hinsicht auf die Vertheilung des Landes und Wassers auf der Oberfläche unserer Erde bezweifelt worden, indem man die große Ausbreitung des Oceans als einen Beweis der geringen Aufmerksamkeit, die bey dieser Vertheilung auf den Menschen sey genommen worden, ansah. Allein je mehr Beleuchtung wir über die wirkliche Anordnung der Dinge, und über den mannichfaltigen Nutzen der verschiedenen Theile der sichtbaren

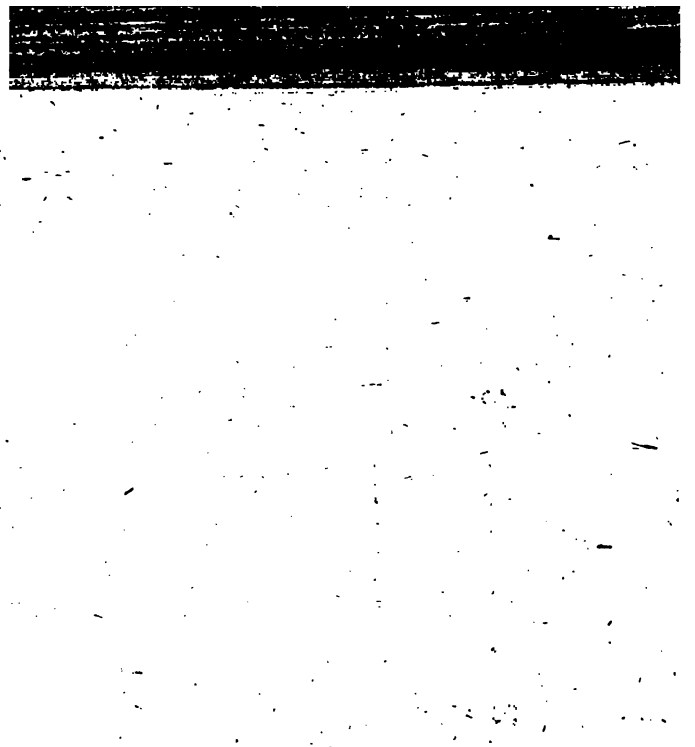
Schöp-

Schöpfung erhalten; um deſto vorſichtiger werden wir ſeyn, um nicht ſolche voreilige Urtheile zu fällen.

IX.

IX.

Unterſuchung der durch Friction erzeugten Wärme.



Unterſuchung
der
durch Friction hervorgebrachten Wärme.

Vorgeleſen in der Königl. Societät d. Wiſſenſchaften
den 25. Januar 1798.

Oft fügt es ſich, daß ſich bey den gewöhnlichen Beſchäftigungen und Handthierungen des Lebens, Gelegenheiten darbieten, mehrere merkwürdige Operationen der Natur zu beobachten; ja ſehr oft können die intereſſanteſten phyſikaliſchen Verſuche beynahe ohne irgend eine Mühe oder Ausgabe mittelſt der Maſchinerien angeſtellt werden, die man blos den mechaniſchen Zwecken der Künſte und Manufacturen vorgerichtet hat.

Oft hatte ich Gelegenheit, dieſe Beobachtung zu machen, daß ein heller Blick auf alles, was bey

den gewöhnlichen Geſchäften des Lebens vorgeht mag es nun durch Zufall, oder durch die Forſchungen einer heitern Phantaſie bewirkt werden, oft nützlichere Zweifel, und hellere überſchauende Entwürfe für Forſchungen und Verbeſſerungen veranlaßt hat, als alle die tiefen Forſchungen der Philoſophen, in den Stunden, die beſtimmt jenen Speculationen gewidmet wurden.

Zufall war es, der mich zu den Verſuchen, die ich jetzt anführen werde, führte; ſollten ſie auch nicht wichtig genug ſeyn, und ihrer ſo weitläuftig zu erwähnen, ſo ſchmeichle ich mir doch daß man ſie in mehrerer Rückſicht für intereſſant, und der öffentlichen Bekanntmachung nicht unwürdig halten wird.

Da ich vor kurzem die Ober-Aufſicht des Kanonen-Bohrens im Zeughauſe zu München hatte, ſo überraſchte mich der beträchtliche Wärme-Grad den eine metallene Kanone in kurzer Zeit, beym Bohren erhält; mehr aber noch, die weit größere Wärme der metallenen Späne (deren Wärme die des ſiedenden Waſſers überſtieg, wie ich durch Verſuche fand) die durch das Bohren abfielen.

Je mehr ich über dieſe Phänomene nachdachte, ſto mehr ſchienen ſie mir alle Aufmerkſamkeit zu rdienen. Eine ſtrenge Unterſuchung derſelben ließ ich ſogar einen tiefern Blick in die verborgene Na- r der Wärme erwarten, und ſcheint uns in den ſtand zu ſetzen, vernünftige Muthmaßungen über e Exiſtenz, oder Nicht-Exiſtenz eines feurigen luidums anzuſtellen, ein Gegenſtand, worüber e Meinungen der Philoſophen zu allen Zeitaltern hr getheilt waren.

Um deſto deutlicher und beſtimmter die Ideen on den Speculationen und Schlüſſen einſehen zu nnen, die dieſe Erſcheinungen in mir erweckten, wie von den Gegenſtänden der phyſikaliſchen Un- rſuchung, die ſie mir einflößten, — ſo muß ich um rlaubniß bitten, ſie ſo ganz aus einander ſetzen zu nnen, wie ich es zur Erreichung meines Zwecks n dienlichſten halte.

Woher kömmt die Hitze, hervorgebracht durch e gegenwärtige mechaniſche Operation?

Entſteht ſie aus den metallnen Spänen, die rch den Bohrer von der übrigen feſten Metall- laſſe getrennt werden?

Wäre

den gewöhnlichen Geſchäften des Lebens vorgeht, mag es nun durch Zufall, oder durch die Forſchungen einer heitern Phantaſie bewirkt werden, oft nützlichere Zweifel, und hellere überſchäuende Entwürfe für Forſchungen und Verbeſſerungen veranlaßt hat, als alle die tiefen Forſchungen der Philoſophen, in den Stunden, die beſtimmt jenen Speculationen gewidmet wurden.

Zufall war es, der mich zu den Verſuchen, die ich jetzt anführen werde, führte; ſollten ſie auch nicht wichtig genug ſeyn, und ihrer ſo weitläuftig zu erwähnen, ſo ſchmeichle ich mir doch daß man ſie in mehrerer Rückſicht für intereſſant, und der öffentlichen Bekanntmachung nicht unwürdig halten wird.

Da ich vor kurzem die Ober-Aufſicht des Kanonen-Bohrens im Zeughauſe zu München hatte, ſo überraſchte mich der beträchtliche Wärme-Grad, den eine metallene Kanone in kurzer Zeit, beym Bohren erhält; mehr aber noch, die weit größere Wärme der metallenen Späne (deren Wärme die des ſiedenden Waſſers überſtieg, wie ich durch Verſuche fand) die durch das Bohren abfielen.

Je mehr ich über dieſe Phänomene nachdachte, deſto mehr ſchienen ſie mir alle Aufmerkſamkeit zu verdienen. Eine ſtrenge Unterſuchung derſelben ließ mich ſogar einen tiefern Blick in die verborgene Natur der Wärme erwarten, und ſcheint uns in den Stand zu ſetzen, vernünftige Muthmaßungen über die Exiſtenz, oder Nicht-Exiſtenz eines feurigen Fluidums anzuſtellen, ein Gegenſtand, worüber die Meinungen der Philoſophen zu allen Zeitaltern ſehr getheilt waren.

Um deſto deutlicher und beſtimmter die Ideen von den Speculationen und Schlüſſen einſehen zu können, die dieſe Erſcheinungen in mir erweckten, ſo wie von den Gegenſtänden der phyſikaliſchen Unterſuchung, die ſie mir einflößten, — ſo muß ich um Erlaubniß bitten, ſie ſo ganz aus einander ſetzen zu können, wie ich es zur Erreichung meines Zwecks am dienlichſten halte.

Woher kömmt die Hitze, hervorgebracht durch die gegenwärtige mechaniſche Operation?

Entſteht ſie aus den metallnen Spänen, die durch den Bohrer von der übrigen feſten Metall-Maſſe getrennt werden?

Wäre

Wäre dieß der Fall, ſo müßte nach der neuern Lehre der latenten Wärme und des Wärmeſtoffs, die Wärme-Capacität der Theile des Metalls, welches ſo in Späne verwandelt worden, nicht nur verändert worden ſeyn, ſondern die daraus entſtandene Veränderung müßte auch groß genug ſeyn, um alle die vorgebrachte Hitze daraus zu erklären.

Doch eine ſolche Veränderung konnte nicht Statt gehabt haben; denn ich fand, da ich gleiche Quantitäten an Gewicht von dieſen Spänen, und von dünnen Blättchen, die von demſelben Metall-Stück mittelſt einer feinen Säge getrennt worden waren, nahm, und ſie, bey gleicher Temperatur (der des kochenden Waſſers) in gleiche Quantitäten kaltes Waſſer von 59°½ Fahr. that, daß das Waſſer, in welchem ſich die Späne befanden, allem Anſchein nach, weder mehr noch weniger erhitzt worden war, als die andere Portion, in welche ich die feinen Metall-Blättchen gethan hatte.

Dieſer Verſuch wurde mehreremal wiederholt, und die Verſuche blieben ſich immer beynahe ſo gleich, daß ich nicht entſcheiden konnte, ob und welche Veränderung im Metall, in Hinſicht auf ſeine Wärme-Capacität, dadurch, daß es durch das

Boh-

Bohren in Späne verwandelt worden war, hervorgebracht worden ſey *).

*) Da dieſe Verſuche ſo wichtig ſind, ſo iſt es vielleicht nicht unangenehm, auch die Details davon anzuführen.

Einer davon war folgender: Zu 4590 Gran Waſſer, von 59½° Fahr. Temperatur, wurden 1016½ Gran fein abgefeilte Metall-Späne gethan, deren Temperatur 210° F. betrug. Nachdem beydes 1 Minute zuſammen geblieben, und mit einem hölzernen Stäbchen wohl umgerührt worden war, ſo betrug die Wärme der Miſchung 63°.

Zufolge dieſes Verſuches, verhält ſich die ſpecifiſche Wärme des Metalls, zu der des Waſſers (nach der Crawfords Regel) wie 0,1100 zu 1,0000.

Ein folgender Verſuch, der mit den metallenen Späne angeſtellt wurde, war folgender:

Zu derſelben Quantität Waſſer, wie in dem vorhergehenden Verſuche, von derſelben Temperatur (59½°) in denſelben zinnernen Cylinder, wurden jetzt 1016½ Gran Bohrſpäne, aus derſelben Kanone, von welcher die obigen Schnittchen genommen wurden, und von derſelben Temperatur (210°) gethan. Die Wärme der Miſchung betrug nach 1 Minute, gerade wie zuvor, 63°; folglich war die ſpecifiſche Wärme dieſer Bohr-Späne = 0,1100. Jeder der obigen Verſuche wurde 3 mal wiederholt, und beynahe immer mit denſelben Reſultaten.

Hier-

Hieraus iſt es klar, daß die erzeugte Wärme wahrſcheinlich nicht auf Koſten der latenten, Hitze der metallenen Späne konnte erregt worden ſeyn. Doch, da ich nicht Willens war, mich bey dieſen Verſuchen, ſo entſcheidend ſie mir auch zu ſeyn ſchienen, zu beruhigen, ſo ſtellte ich folgenden, noch entſcheidendern Verſuch an.

Ich nahm eine Kanone (einen meſſingenen Sechs-Pfünder), feſt gegoſſen, und rauh, wie er aus der Stück-Gießerey kam, (S. Fig. 1. Tab. IV.) ließ ſie horizontal in die Bohr-Maſchine ſpannen, und nachdem die Kanone von außen abgedreht war, (ſ. Fig. 2.) ſo ließ ich ihre Extremität abſchneiden; hierauf wurde das Metall an dieſer Stelle abgedreht, wodurch ein feſter Cylinder entſtand, $7\frac{1}{4}$ Zoll im Diameter und $9\frac{8}{10}$ Zoll lang; der, da er fertig war, mit der übrigen Kanone durch einen kleinen cylindriſchen Hals, nur $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und $3\frac{8}{10}$ Z. lang, vereinigt blieb.

Dieſer kurze Cylinder, der durch Hülfe des Halſes, mittelſt dem er mit der Kanone vereinigt war, in ſeiner horizontalen Lage erhalten, und damit um ſeine Achſe gedreht wurde, wurde nun mit dem gewöhnlichen horizontalen Kanonen-Bohrer ge-

gebohrt; allein die Bohrung, die 3,7 Zoll im Diameter betrug, war, anſtatt durch den ganzen Cylinder (9,8 Zoll) zu gehen, nur 7,2 Zoll lang; ſo daß dieſer hohle Cylinder einen feſten Boden behielt, der 2,6 Zoll ſtark war.

Dieſe Höhlung im Cylinder iſt durch die punktirten Linien in Fig. 2. angegeben, gleichfalls auch Fig. 3. nach vergrößertem Maaßſtabe.

Dieſer Cylinder war ausdrücklich dazu beſtimmt, durch Reibung Hitze zu bewirken, indem ein ſtumpfer Bohrer, der durch Pferde um ſeine Achſe gedreht wurde, gegen den feſten Boden des Cylinders gedrückt wurde. Damit nun die angehäufte Hitze im Cylinder von Zeit zu Zeit könnte gemeſſen werden, ſo wurde ein ſchmales rundes Loch (f, d, e. Fig 3) bloß 0,37 Zoll im Durchmeſſer, und 4,2 Zoll tief, — um dahinein ein kleines cylindriſches Queckſilber-Thermometer zu halten — perpendicular nach der Achſe des Cylinders zu gemacht, mitten in dem feſten Theil des Metalls, welcher den Boden des Bohrloches bildete.

Der cubiſche Inhalt dieſes hohlen Cylinders, den cylindriſchen Hals, wodurch er mit der Kanone

ver-

verbunden war, nicht mit gerechnet, betrug 385$\frac{3}{4}$ Cub. Zoll Engl. Maaß, ſein Gewicht aber 113,13 Pund Avoir du pois. Dieſe Beſtimmungen fand ich, da ich ihn am Ende der Verſuche, da er von der Kanone, an welcher er während den Verſuchen noch hieng *), getrennt war, wog.

Verſuch No. 1.

Dieſer Verſuch wurde angeſtellt, um auszumitteln, wie viel Hitze durch Reibung wirklich erzeugt würde, wenn ein ſtumpfer ſtählerner Bohrer ſo ſtark (mit-

*) Damit man mir nicht Verſchwendung bey meinen phyſikaliſchen Unterſuchungen Schuld giebt, ſo muß ich anführen, daß die Kanone, die ich bey den Verſuchen brauchte, dadurch nicht unbrauchbar wurde. Der kurze hohle Cylinder, der am Ende der Kanone ſich bildete, wurde aus dem cylindriſchen Stücke Metall, von 2 Fuß Länge, welches über den eigentlichen Kopf der Kanone hinausragt, und der verlorne Kopf heißt, gedrehet, (ſ. Fig. 1).

Dieſes hervorragende Stück, welches man, ehe die Kanone gebohrt wird, abſchneidet, wird deswegen gleich mit an die Kanone gegoßen, damit, durch den Druck ſeines Gewichtes auf das untere Metall in der Form, die Kanone nach dem Kopfe zu deſto compacter wird; denn, ohne dieſe Vorſicht, würde ſonſt das Metall leicht porös, und voller Löcher werden.

(mittelſt einer ſtarken Schraube) gegen den Boden der Bohrung im Cylinder gepreßt würde, daß der Druck ohngefähr einem Gewichte von 10,000 Pfund gleich wäre, indem der Cylinder ohngefähr 32 mal in einer Minute um ſeine Achſe gedreht wurde.

Die Maſchinerie, ſo wie ſie zum Verſuch vorgerichtet wurde, iſt durch Fig. 2. vorgeſtellt. W bedeutet eine ſtarke eiſerne Stange, die vermöge paſſender Maſchinerien durch Pferde gedrehet, die Kanone zugleich um ihre Achſe bewegte.

Um ſo ſehr als möglich, irgend einen Verluſt der Wärme, die ſich bey dem Verſuche erzeugte, zu verhüten, wurde der Cylinder mit einem dicken warmen Flannel gut bedeckt, der ſorgfältig darum geſchlagen war, und ihn auf allen Seiten gegen die kalte Luft der Atmoſphäre ſchützte. Dieſe Bedeckung iſt in Fig. 2. nicht angegeben.

Noch führe ich an, daß der Bohrer aus einem glatten Stück gehärteten Stahl beſtand, 0,63 Zoll dick, 4 Zoll lang, und beynahe ſo weit, als die Höhlung der Bohrung des Cylinders, (d. h. 3½ Zoll) war. Seine Ecken waren ſo abgerundet, daß er das hohle Bohrloch ausfüllte; und er war genau

an

an die eiſerne Stange (m) befeſtigt, die ihn an ſeinem Platze erhielt. Dieſer Bohrer, durch den Buchſtaben n bezeichnet, iſt in den meiſten Figuren mit vorgeſtellt.

Zu Anfang des Verſuches, betrug die Temperatur der Luft im Schatten, und folglich auch die des Cylinders, gerade 60° F.

Nach 30 Minuten, da ſich der Cylinder 960 mal um ſeine Achſe gedreht hatte, wurden die Pferde aufgehalten, und ein cylindriſches Queckſilber-Thermometer, deſſen Behälter $\frac{32}{100}$ eines Zolls im Diameter betrug, in das dazu gemachte Loch, auf der Seite des Cylinders geſtellt, wo das Queckſilber beynahe auf 130° ſtieg.

Ob man gleich nicht annehmen konnte, daß die Hitze in allen Theilen des Cylinders gleich vertheilt ſey, ſo konnte die durch das Thermometer angezeigte Wärme, da ſich das Behälter deſſelben von der Achſe des Cylinders, bis beynahe an ſeine Oberfläche erſtreckte von der der mittlern Temperatur des Cylinders nicht ſehr verſchieden ſeyn; und dieſes war auch die Urſache, daß ich zu dieſem Verſuche ein Thermometer von ſo beſonderer Form gewählt hatte.

Um

Um zu sehen, wie schnell die Hitze aus dem Cylinder entweichen würde (um daraus einen wahrscheinlichen Schluß über die Quantität, die, während daß die Wärme, die durch Reibung entstand, sich anhäufte, zu machen) wenn die ganze Maschinerie ruhte, so ließ ich das Thermometer ¾ Stunden an seinem Platze, und bemerkte und zeichnete nach kurzen Zwischenräumen, die Höhe der dadurch angezeigten Temperatur, auf.

Die Hitze, wie sie das Thermometer angab, betrug

Nach	4 Minuten.	126°
Nach	5 Min. immer von der ersten Beobachtung an gerechnet. . . .	125°
—	7 —	123°
—	12 —	120°
—	14 —	119°
—	16 —	118°
—	20 —	116°
—	24 —	115°
—	28 —	114°
—	31 —	113°
—	34 —	112°
—	37½ —	111°
und nach	41 Min.	110°

Jetzt

Jetzt ließ ich den Bohrer wegnehmen, und that den metalliſchen Staub, der bey dem Verſuche durch den ſtumpfen ſtählernen Bohrer abgerieben worden war, heraus; er wog, ſorgfältig gewogen, 837 Gran Apoth. Gewicht.

Iſt es nun möglich, daß eine ſo beträchtliche Hitze, welche in dieſem Verſuche erregt wurde (eine Quantität, welche die Temperatur von mehr als 113 Pfund Kanonen-Metall zum wenigſten um 70 Gr. Fahr. erhöhte; eine Temperatur, die fähig geweſen wäre, $6\frac{1}{2}$ Pfund Eis zu ſchmelzen, oder gegen 5 Pfund eiskaltes Waſſer bis zum Kochen zu bringen) hätte durch eine ſo unbeträchtliche Menge metalliſchen Staub hervorgebracht werden können? und bloß zufolge einer Veränderung in ſeiner Wärme-Capacität?

Da das Gewicht dieſes Metall-Staubes (837 Gr. Apoth. Gew.) nicht mehr als $\frac{1}{778}$ des Gewichts des ganzen Cylinders betrug, ſo mußte er nicht weniger als 948 Grad Wärme verloren haben, um die Temperatur des Cylinders, nur um 1 Grad zu erhöhen; folglich mußte er nicht weniger als 66360 Grad Wärme abgegeben haben, um die in dieſem Verſuche erfolgten Wirkungen hervorzubringen.

Allein

Allein, ohne auf der Unwahrscheinlichkeit dieser Voraussetzung zu bestehen, brauchen wir uns bloß zu erinnern, daß nach den Resultaten der entscheidenden Versuche, die ausdrücklich zur Gewißheit dieses Factums angestellt wurden, die Wärme-Capacität des Metalls, woraus große Kanonen gegossen werden, nicht beträchtlich dadurch verändert wird, daß es durch das Bohren in Metall-Späne verwandelt wird; und daß kein Grund da zu seyn scheint, um anzunehmen, daß sie wenn das Metall durch einen stumpfen Bohrer in noch kleinere Stückchen zertheilt worden, sehr verändert werde, wenn sie überhaupt verändert wird.

Würde die Hitze, oder ein beträchtlicher Theil derselben, durch eine Veränderung der Wärme-Capacität in einem Theile des Metalls vom Cylinder erzeugt, so müßte sich, da eine solche Veränderung nur oberflächlich seyn könnte, der Cylinder nach und nach ganz erschöpfen; oder man würde durch successive Versuche finden, daß die Quantität der erzeugten Wärme, in einem gegebenen kurzen Zeitraum, nach und nach abnehmen würde. Um zu finden, ob dieses wirklich der Fall sey, wiederholte ich mit der äußersten Sorgfalt die letzterwähnten Versuche verschiedenemal; allein ohngeachtet

tet der großen Hitze, die dadurch abgeſetzt würde, bemerkte ich nicht das geringſte Zeichen von Erſchöpfung im Metall.

Da ich ſo große Urſache hatte, zu ſchließen, daß die in dieſen Verſuchen erzeugte Wärme, oder erregte, wie ich mich lieber ausdrücken will, nicht auf Koſten der latenten Hitze oder des gebundenen Wärmeſtoffs des Metalls abgeſetzt wurde, ſo verfolgte ich meine Unterſuchungen einen Schritt weiter, und ſuchte auszumitteln, ob die Luft zur Erzeugung derſelben etwas beytrüge oder nicht.

Verſuch No. 2.

Da die Bohrung des Cylinders cylindriſch, die eiſerne Stange (m) aber, an deren Ende der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befeſtigt war, viereckigt war, ſo hatte die Luft freyen Zutritt zu der innern Seite der Bohrung, ja ſelbſt zu dem Boden derſelben, wo die Reibung, wodurch die Hitze erregt wurde, Statt hatte.

Da weder die, durch das gewöhnliche Kanonen-Bohren erhaltenen Metall-Späne, noch die feinern ſchuppigen Theilchen, die durch das Reiben des ſtumpfen Bohrers beym vorigen Verſuche entſtan-

anden, nicht die geringſte Spur von Calcination igten, ſo begriff ich nicht, wie die Luft die Urſache er hervorgebrachten Hitze ſeyn könnte. Allein bey ner Unterſuchung dieſer Art, glaubte ich, müßte an keine Mühe ſparen, und alle Hinderniſſe wegkumen, um ſo den Gegenſtand, ſo offen und bloß ls möglich, betrachten zu können.

Um durch einen entſcheidenden Verſuch darzuun, ob die äußere Luft wirklich Theil an der Erugung der Hitze habe oder nicht, ſo ſchickte ich ich an, den obigen Verſuch unter Umſtänden zu ederholen, wo es für die Luft offenbar nmöglich war) irgend eine Wirkung hervorzuringen. Durch einen Stempel, der genau in die Ründung der Bohrung des Cylinders paßte, und urch deſſen Mitte die viereckige eiſerne Stange, an eren Ende der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befeſtigt ar, durch ein genau paſſendes viereckiges Loch lief, urde der Zutritt der äußern Luft an die innere läche der Bohrung des Cylinders in der That verindert. (In Fig. 3. ſieht man dieſen Stempel (p) n ſeiner Stelle; eben ſo auch in Fig. 7 und 8).

Allein ich fand durch dieſen Verſuch nicht, daß ie Ausſchließung der Luft, die Quantität der durch Reibung erzeugten Hitze, auch nur im geringſten erminderte.

Noch blieb ein Zweifel übrig, den ich doch, ob er gleich kaum einige Aufmerkſamkeit zu verdienen ſchien, gern wegräumen wollte. Der Stempel, der die Mündung der Bohrung im Cylinder verſchloß, war, damit er luftdicht ſeyn möchte, ſo genau mittelſt lederner Ringe hineingepreßt worden, daß er, obgleich er mit Oehl beſtrichen war, doch wenn der hohle Cylinder um ſeine Achſe gedreht wurde, dadurch eine beträchtliche Reibung verurſachte. Konnte nun nicht die Hitze, oder wenigſtens ein Theil derſelben, durch dieſe Reibung des Stempels erregt worden ſeyn? Ferner, da die äußere Luft freyen Zutritt zu dem Ende der Bohrung, wo ſie mit dem Stempel in Berührung war, hatte, konnte da dieſe anſtreichende Luft nicht einigen Theil an der Erzeugung der Wärme haben?

Verſuch No. 3.

Ein länglich viereckiger waſſerdichter tännener Kaſten (ſ. Fig. 4.), $11\frac{1}{2}$ Engl. Zoll lang, $9\frac{9}{10}$ Z. weit, und $9\frac{9}{10}$ Z. tief, wurde in der Mitte der beyden Enden mit Oeffnungen verſehen, in deren eine die viereckige eiſerne Stange an deren Ende ſich der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befand, genau paßte, in die andere aber wurde der kleine Hals, der den hohlen Cylinder mit der Kanone verband, gelegt. Hierauf wur-

de der Kaſten (der durch einen hölzernen Deckel
Bändern verſchloſſen wurde) zu rechte geſtellt,
. durch Hülfe der beyden verticalen Ausſchnitte
den Seiten, die wieder durch kleine vertikal aus-
hnittene Bretercheu geſchloſſen wurden, wurde
Kaſten, (g, h, i, k. Fig. 3.) ſo an die Ma-
uerie befeſtigt, daß ſein Boden (i, k) horizon-
ſtand, und ſeine Achſe mit der Achſe des hohlen
illnen Cylinders coincidirte; daraus iſt klar, daß
hohle metallene Cylinder die Mitte des Kaſtens
ahm, ohne auf irgend einer Seite anzuſtoßen
man aus Fig. 3. ſieht), ſo daß, wenn man
ſer in den Kaſten goß, und ihn bis an den
d anfüllte, der Cylinder durch dieſes Fluidum
ommen umringt und bedeckt war. Ferner, da
Kaſten durch die ſtarke eiſerne Stange feſt ge-
n wurde, die in ein viereckiges Loch in dem
rum einer ihrer Enden lief (a. Fig. 4c), indeß
cylindriſche Hals, der den hohlen Cylinder mit
Kanone verband, ſich in dem Loche auf der an-
Seite des Kaſtens frey um ſeine Achſe drehen
te; ſo ſieht man hieraus, daß man die Ma-
e in Bewegung ſetzen konnte, ohne zu befürch-
den Kaſten dadurch von ſeiner Stelle zu heben,
ſer heraus zu ſchütten, oder irgend einen Theil
Apparats in Unordnung zu bringen.

Da alles fertig war, ſo unternahm ich den von mir entworfenen Verſuch auf folgende Art:

Der hohle Cylinder wurde ſorgfältig von innen gereinigt, mit einem reinen Tuche dann ſo lange abgetrocknet, bis er ganz trocken war, und die viereckige eiſerne Stange, mit dem ſtumpfen ſtählernen Bohrer an ihrem Ende, an ihren Platz gelegt; zu gleicher Zeit wurde die Mündung der Bohrung im Cylinder durch den runden Stempel, durch deſſen Mitte die eiſerne Stange lief, verſchloſſen.

Hierauf wurde der Kaſten zurechte geſtellt. Die Stellen, wo ſich die eiſerne Stange, und der cylindriſche Hals mit an den Kaſten ſchloß, wurden durch Ringe von geöhltem Leder waſſerdicht gemacht, der Kaſten mit kaltem Waſſer gefüllt (von 60° Temperatur) und die ganze Maſchine in Bewegung geſetzt.

Das Reſultat dieſes ſchönen Verſuchs war ſehr überraſchend, und das mir dadurch gewährte Vergnügen belohnte mich hinlänglich für alle die Mühe, die ich angewendet hatte, um die hierzu nöthige Maſchine, die ſo verwickelt war, anzuordnen, und zuſammenſetzen zu laſſen.

Der Cylinder, der ſich 32 mal in einer Minute um ſeine Achſe drehte, war noch nicht lange in Be-

we-

wegung gesetzt, als ich, da ich die Hand in das Wasser tauchte, und die Oberfläche des Cylinders berührte, bemerkte, daß sich Wärme erzeugte; es dauerte nun nicht lange, so wurde auch das Wasser um den Cylinder herum schon beträchtlich warm.

Nach 1. Stunde, als ich ein Thermometer in das Wasser im Kasten tauchte, (das Gewicht des Wassers betrug 18,77 Pfund [avoir du pois] oder 2¼ Gallonen Wein-Maaß) so fand ich, daß die Temperatur um 47 Grad gestiegen war; indem sie jetzt 107° Fahr. betrug.

Nach Verlauf von 30. Minut., oder 1 Stunde 30. Min. vom Anfange des Versuchs an gerechnet, betrug die Hitze des Wassers im Kasten 142°.

Nach 2 Stunden, vom Anfange dieses Versuches an gerechnet, war die Temperatur des Wassers bis auf 178° gestiegen.

Nach 2 Stunden 20 Min. betrug sie 200°; und nach 2 Stunden 30 Min. kochte das Wasser wirklich!

Die Ueberraschung und das Staunen der Umstehenden, solch eine Wasser-Masse ohne Feuer zum Kochen gebracht zu sehen, war über alle Beschreibung groß.

Ob-

Obgleich nun eigentlich in dieſer ganzen Erſcheinung nichts überraſchendes lag, ſo geſtehe ich doch offen, daß ſie mir ein wahres kindiſches Vergnügen gewährte; welches ich, ſobald ich nach dem Ruhm eines ernſten Philoſophen ſtrebte, eher verbergen, als entdecken ſollte.

Die Quantität der Wärme, die ſich während dieſes Verſuchs erzeugt und angehäuft hatte, war ſehr beträchtlich; denn nicht bloß das Waſſer in dem Kaſten, ſondern auch der Kaſten ſelbſt (der 15½ Pfund wog) ferner der hohle metallene Cylinder, und der Theil der eiſernen Stange, der innerhalb des Kaſtens im Waſſer hieng, waren 150° Fahr erhitzt; nemlich von 60° (welches die Temperatur des Waſſers und der Maſchinerie im Anfange des Verſuches war) bis zu 210°, oder dem Grade, wo das Waſſer in München kocht.

Die ganze Quantität der erzeugten Wärme kann mit ziemlicher Genauigkeit auf folgende Art geſchätzt werden.

Von der erregten Hitze scheint sich wirklich angehäuft zu haben.	Quantität des Eiskalten Wassers, welches durch die gegebene Quantität Wärme, 180° oder bis zum Sieden erhitzt worden wäre. —
In dem, im hölzernen Kasten enthaltenen Wasser, 18¾ Pfund Avoir du pois, erhitzt um 150°, nemlich, von 60° bis 210° Fahr. Pfund	15,9
In 113,13 Pfund Kanonen-Metall, (der hohle Cylinder) 150° erhitzt; und da die Wärme-Capacität dieses Metalls sich zu der des Wassers verhält wie 0,1100 zu 1,0000, so würde diese Quantität Wärme 12½ Pfund Wasser bis zu demselben Grad erhitzt haben.	10,37
In 36,75 Cubik-Zoll Eisen (der Theil der eisernen Stange, an der der Bohrer befestigt war, und die sich im Kasten befand) 150° erhitzt; welches in Ansehung der Wärme-Capacität 1,21 Pfund Wasser gleich gerechnet werden kann.	1,01
NB. Sowohl die in dem hölzernen Kasten angehäufte Wärme, als die während des Versuchs verloren gieng, ist hier nicht mitgerechnet worden.	
Total Quantität des Eiskalten Wassers, die durch die, durch Reiben erzeugte; und während 2 Stunden 30 Minten angehäufte Hitze, hätte können bis zu 180° erhitzt, oder bis zum Kochen gebracht werden.	26,58

Aus-

Aus der Quantität von Hitze, die in dem vorhergehenden Verſuche hervorgebracht wurde (die wir kennen) und der Zeit, in der ſie ſich erzeugte, können wir nun die Schnelligkeit ihrer Production finden, und beſtimmen, wie viel Feurung, bey gleichem Brande, wäre verzehrt worden, um durch Verbrennung dieſelbe Quantität Wärme, in derſelben Zeit hervorzubringen.

In einem Verſuche von Dr. Crawford (ſ. deſſen Tractat über die Wärme p. 321) wurden 37 Pfund 7 Unz. Apoth. Gew. Waſſer = 181920 Gran Waſſer, $2\frac{1}{10}$ Grad Fahr. durch eine Verbrennung von 26 Gran Wachs erwärmt. Dies giebt 382032 Gran Waſſer erwärmt um 1°, durch 26 Gran Wachs; oder $14693\frac{1}{25}$ Gran Waſſer um 26 Grad, oder $\frac{1}{180}\frac{2923}{180}$ = 81,631 Gran Waſſer, um 180 Grad erhitzt, durch die Wärme, die ſich während dem Verbrennen von 1 Gran Wachs erzeugt.

Die Quantität des eiskalten Waſſers, die durch die, durch Reibung erregte Hitze in dem kurz erwähnten Verſuche, 180° war erhitzt worden, betrug, wie wir fanden 26,58 Pfund Avoir du pois = 188060 Gran. Da nun 81,631 Gran Eiskaltes Waſſer zur Erhöhung der Temperatur bis 180°, eine Hitze, die ſich durch das Verbrennen von 1

Gran

Gran Wachs entwickelt, erfodert; so würde die vorige Quantität eiskaltes Wasser (nemlich 188060 Gran) die Verbrennung von nicht weniger als 2303,8 Gran (= $4\frac{8}{16}$ Unz. Apoth. Gew.) Wachs erfodert haben, um 180 Grad erhitzt zu werden.

Da der Versuch (No. 3.), in welchem die gegebene Quantität Wärme durch Reibung hervorgebracht wurde, 2 Stunden 30 Min = 150 Minuten dauerte, so muß man — um auszumitteln, wie viele Wachs-Lichter neben einander brennen müssen, um durch ihr Verbrennen eine gleiche Quantität Wärme in derselben Zeit, und folglich mit derselben Geschwindigkeit, wie bey dem durch das Reiben angestellten Versuche hervorzubringen — sowohl die Größe der Körper, als auch die Quantität Wachs, die jede Kerze in einer gegebenen Zeit verzehrt, bestimmen und kennen.

Jetzt fand ich nun durch einen Versuch, den ich zu dieser Absicht anstellte, daß wenn ein gutes Wachs-Licht; von mittlerer Größe, $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, mit einer hellen Flamme brennt, gerade 49 Gran Wachs in 30 Minuten aufgezehrt werden. Hieraus folgt, daß ein solches Licht in 150 Minuten 245 Gran Wachs aufzehrt, and daß, um die nöthige Quantität Wachs (= 2303,8 Gran) zu

zu verbrennen, die nöthig iſt, um eine gleiche Quantität Wärme, wie ſie in dem erwähnten Verſuche durch Reibung erzeugt wurde, und in derſelben Zeit (159 Minut.) hervorzubringen, 9 Wachs-Lichter, zugleich brennend, nicht hinreichen würden; denn 9 multiplicirt in 245 (die Zahl von Granen, die jedes Licht in 150 Minuten verzehrte) giebt nicht mehr als 2205 Gran; da doch, um jenen Grad der Hitze zu erreichen, 2303,8 Gran erfoderlich waren.

Aus dem Reſultate dieſer Rechnungen erhellet, daß die Quantität, der durch Reibung in obigem Verſuche gleichförmig hervorgebrachten Hitze größer war, als die durch das Verbrennen von 9 Wachs-Lichtern ($\frac{3}{4}$ Zoll ſtark) erhaltene, die zu gleicher Zeit mit heller Flamme brennten.

Da die bey dem obigen Verſuche angewendete Maſchinerie, ſehr leicht durch Ein Pferd in Bewegung erhalten werden konnte (ob ich gleich zur Erleichterung 2 Pferde angewendet hatte) ſo zeigen dieſe Berechnungen ferner, welch eine Quantität von Wärme, durch eine dazu paſſende mechaniſche Vorrichtung, bloß durch die Kräfte eines Pferdes, ohne Licht, Feuer, Verbrennung, oder chemiſche Decompoſition, können hervorgebracht werden; ſo daß man im Nothfall, die auf dieſe Art erregte

Wär-

Wärme, selbst zum Kochen von Lebensmitteln brauchen könnte.

Doch läßt sich kein Umstand gedenken, in dem diese Art Wärme zu schaffen, nicht unvortheilhaft seyn würde; denn, selbst aus dem Futter für das Eine Pferd, als Feurung gebraucht, würde man mehr Wärme bekommen.

Sobald der letzt erwähnte Versuch (No. 3) beendigt war, wurde das Wasser aus dem hölzernen Kasten gelassen, und er selbst weggenommen. Hierauf wurde der Bohrer aus dem Cylinder gethan, das schuppige metallische Pulver, welches in der Höhlung des Cylinders entstanden war, gesammelt, und da es sorgfältig gewogen wurde, fand man sein Gewicht = 4145 Gran, oder gegen 8¾ Unzen Apoth. Gewicht.

Da diese Quantität in 2½ Stunden hervorgebracht wurde, so giebt dies 824 Gran für die halbe Stunde.

Bey dem ersten Versuche, der nur ½ Stunde währte, betrug die erhaltene Quantität 837 Gran.

Bey dem Versuch No. 1. war die Quantität der in einer halben Stunde erzeugten Wärme dergleich, die nöthig war, um 5 Pfund Avoir du pois Eiskaltes Wasser 180°, oder bis zum Siede-Punkt, zu erhitzen.

Zu-

Paſſage-Thermometers eingeſchloſſen. Dann wurde das Inſtrument bis zur Temperatur des gefrierenden Waſſers abgekühlt, hierauf aus dem Eis-Waſſer herausgenommen, ſchnell in kochendes Waſſer getaucht, und die Zeiten der Erhitzung von 10° zu 10° angemerkt. Dort ſagte ich, daß ſich jene Zeiten wie die wärmeleitende Kraft des Körpers in umgekehrtem Verhältniſſe verhielten. Bey den Verſuchen hingegen, die ich jetzt anführen will, habe ich im allgemeinen die ganze Verfahrungsart umgekehrt; das heißt, anſtatt die Zeiten der Erhitzung zu bemerken, habe ich zuerſt den Körper in kochendem Waſſer erhitzt, dann in eine Miſchung von geſtoßenem Eis und Waſſer getaucht, und die Zeiten des Erkaltens bemerkt.

Ich habe dieſe letztere Methode der erſtern nicht bloß deswegen vorgezogen, weil man ein Thermometer, das in eine Miſchung von Eis und Waſſer getaucht iſt, viel genauer und beſtimmter beobachten kann, als wenn daſſelbe Thermometer in ein Gefäß mit kochendem Waſſer geſtellt wird, wo der heiße Dampf das ganze Inſtrument umgiebt; ſondern auch deswegen, weil die Wärme des kochenden Waſſers nach dem verſchiedenen Drucke der Atmoſphäre auch verſchieden iſt, woraus folgt, daß

die

die an verſchiedenen Tagen damit angeſtellten Verſuche auch verſchieden ſeyn müſſen, und folglich ſtreng genommen gar nicht mit einander verglichen werden können. Die Temperatur des Waſſers mit Eis gemengt bleibt immer dieſelbe, und folglich ſind auch die daraus fließenden Verſuche gleichförmig.

Beym Erhitzen, brachte ich daher das Thermometer nicht bis zur Temperatur des Siede-Punktes, da wie ich eben bemerkt habe, dieſe Temperatur veränderlich iſt; ſondern ſo wie das Queckſilber den 75° der Scale erreicht hatte, ſo nahm ich es ſchnell aus dem kochenden Waſſer und tauchte es ſogleich in die Miſchung von Eis und Waſſer; oder, welches ich noch für genauer hielt: ich ließ das Queckſilber ein oder 2 Grad über 75° Grad ſteigen, nahm dann das Thermometer aus dem kochenden Waſſer heraus, hielt es über ein Gefäß mit Eis und Waſſer, und in dem Augenblicke, wo das Queckſilber auf 75° ſtand, tauchte ich das Thermometer in die Miſchung. Mit Hülfe einer Uhr am Ohr, die halbe Secunden ſchlug, die ich zählte, bemerkte ich das Sinken des Thermometers von 70° an, bis 10° der Scale. Bey wenigen Beobachtungen ſetzte ich die Abkühlung bis 0° oder bis zum Eis-Punkte fort, da dieſes viel Zeit koſtete, und mit keinem beſondern

Vor-

Vortheil verbunden war, indem die Bestimmung der Zeit der Abkühlung von 60° Reaumur d. h. von 70° bis 10°, vollkommen hinreichend ist, um die wärmeleitende Kraft irgend eines Körpers daraus zu bestimmen.

Das Thermometer wurde während seiner Abkühlung beständig in der Mischung von Eis und Wasser herumbewegt. Das Wasser enthielt immer so viel gestoßenes Eis, daß es die Oberfläche des Wassers bedeckte und nach Befinden der Umstände wurde frisches Eis zugesetzt.

Da ich nun den Apparat zu den folgenden Versuchen, und die Art sie anzustellen beschrieben habe, so gehe ich zu den Versuchen selbst fort.

Zuerst suchte ich die relativen wärmeleitenden Kräfte solcher Substanzen, deren man sich gewöhnlich zur Bekleidung bedient, zu bestimmen. Hierzu hatte ich mich mit einer Quantität roher Seide, so wie sie der Wurm spinnt, mit Schaafwolle, Baumwolle, Leinen-Zeug (es waren die Fäserchen sehr feiner irrländischer Leinewand) mit den feinsten Biberhaaren, die von dem Fell und den längern Haaren gesäubert waren, mit den feinsten Haaren von einem weißen russischen

Haa-

Haasen, und mit Eiderdunen versehen. Ich that jedesmal 16 Gran von jeder dieser Substanzen in den Glas-Ball des Passage-Thermometers, vertheilte sie jedesmal sehr sorgfältig in dem Balle, erhitzte dann das Thermometer in dem kochenden Wasser, wie oben beschrieben, nahm es dann heraus, tauchte es in das gestoßene Eis und Wasser, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung.

Weil aber die Zwischenräume der Substanzen die auf diese Art sich im Glas-Ball befinden, mit Luft angefüllt sind, so machte ich zuerst den Versuch mit Luft allein, und nahm das Resultat dieses Versuchs als die Basis an, wonach ich alle übrigen verglich. Die Resultate der drey Versuche mit Luft sind folgende:

Die Thermometer-Kugel mit Luft umgeben.				
Wärme-verlust.	Vers. No. 1. Zeitverlauf	Vers. No. 2. Zeitverlauf	Angenom. Wärme.	Vers. No. 3. Zeitverlauf
70°	—	—	10°	—
60	38″	38″	20	39″
50	46	46	30	43
40	59	59	40	53
30	80	79	50	67
20	122	122	60	96
10	231	230	70	175
Totalzeit	576	574	—	473

Die

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate der Versuche, mit den dabey erwähnten Substanzen:

Wärmeverlust.	Luft.	Rohe Seide 16 Gr.	Schafwolle 16 Gr.	Baumwolle 16 Gr.	Feines Linn 16 Gr.	Ueberhaare 16 Gr.	Haasenhaare 16 Gr.	Eiderdunen 16 Gr.
	Vers. 1.	Vers. 4.	Vers. 5.	Vers. 6	Vers. 7.	Vers. 8	Vers. 9	Vers. 10.
70°	—	—	—	—	—	—	—	—
60	38″	94″	79″	83″	89″	99″	97″	98″
50	46	110	95	95	93	116	117	116
40	59	133	118	117	115	153	144	146
30	80	185	162	152	150	185	193	192
20	122	273	238	221	218	265	270	268
10	231	489	426	378	376	478	494	485
Totalzt.	576	1284	1118	1046	1032	1296	1315	1305

Da sich nun die Wärme eines Körpers, oder seine Kraft die Wärme zurückzuhalten, wie seine Kraft, dem Durchgange der Wärme durch sich hindurch zu widerstehen (die ich seine nichtleitende Kraft nennen will) verhält; da sich ferner die Zeit, die ein Körper, der mit einem Medio umgeben ist, wodurch die Wärme streichen muß, zu seiner Abkühlung braucht, caeteris paribus, wie der Widerstand verhält, den das Medium dem Durchgange der Wärme entgegensetzt; so scheint es, daß

sich

ſich die Wärme der in der vorigen Tabelle erwähnten Körper wie die Zeiten der Abkühlung verhält, indem ſich ihre wärmeleitende Kraft wie jene Zeiten in umgekehrtem Verhältniſſe, wie ich oben zeigte, verhält.

Zufolge der Reſultate der vorhergehenden Verſuche, waren unter den 7 verſchiedenen Subſtanzen, die probiert wurden, die Haaſen-Haare und die Eiderdunen die wärmſten; nach dieſen folgt der Biber Pelz; rohe Seide; Schaafwolle; Baumwolle; und zuletzt, die Faſern von feiner Leinewand; allein ich geſtehe, die Verſchiedenheit der Wärme dieſer Subſtanzen, war lange nicht ſo beträchtlich, als ich ſie zu finden gehofft hatte. Da ich vermuthete, daß dieſes aus der verſchiedenen Intenſität der Subſtanzen, (obgleich die Gewichte dieſelben waren) die aus der Verſchiedenheit ihrer ſpecifiſchen Schwere folgt, entſtanden ſey; da es aber ſo leicht nicht war, die ſpecifiſchen Schweren dieſer Subſtanzen, mit der Genauigkeit zu beſtimmen, um daraus zu ſehen, in wie fern eine gegebene Differenz des Volumens oder der Quantität derſelben Subſtanz, immer in demſelben Raum eingeſchloſſen, im Stande ſey, die Zeit ihrer Abkühlung, oder die frey gewordene Wärme der Bedeckung, zu befördern oder zurückzuhalten, ſo machte ich folgende drey Verſuche.

Bey

Bey dem erſten war die Kugel des Thermometers mit 16 Gran Eiderdunen umgeben; Bey dem zweyten mit 32 Gran; bey dem dritten mit 64 Gran; und bey allen dieſen Verſuchen wurde es ſo eingerichtet, daß die Subſtanz genau denſelben Platz einnahm d. h. die ganze innere Capacität des Glas-Balls, in deren Mitte die Kugel des Thermometers ſchwebte; folglich blieb die Größe der das Thermometer umgebenden Hülle, dieſelbe, da hingegen ihre Dichtigkeit ſich im Verhältniß der Zahlen 1, 2, und 4 veränderte.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende:

Die Kugel des Thermometers mit Eiderdunen umgeben.			
Wärmeverluſt.	16 Gran.	32 Gran.	64 Gran.
	Verſuch No. 11.	Verſuch No. 12.	Verſuch No. 13.
70°	—	—	—
60	97″	111″	112″
50	117	128	130
40	145	157	165
30	192	207	224
20	267	304	326
10	486	565	658
Totalzeit	1304	1472	1615

Ohne mich jetzt dabey aufzuhalten, beſondere Schlüſſe aus den Reſultaten dieſer Verſuche zu ziehen,

hen, ſo gehe ich zu andern über, welche uns noch weitere Beleuchtung über die Natur derjenigen Umſtände, wovon die Wärme der Bekleidung abhängt, geben werden.

Da ich nach den letzten Verſuchen fand, daß die Denſität der Hülle ſo viel zu ihrer Wärme beytrug, wenn gleich ihre Stärke oder Dicke dieſelbe blieb, ſo war ich nun begierig zu ſehen, in wie weit die innere Structur derſelben dazu beytrüge, ſie mehr oder weniger zugänglich für die Wärme zu machen, bey gleicher Dicke und Quantität der Materie. Unter der innern Structur verſtehe ich die Lage der Theile der Subſtanz, die die Hülle bildet; ſie mögen nun ganz zart, und durch den Raum, den ſie einnehmen gleich vertheilt ſeyn, wie die rohe Seide, ſo wie ſie der Wurm ſpinnt, oder ſie mögen gröber, in großen Maſſen vertheilt, mit weitern Zwiſchenräumen verſehen ſeyn, ſo wie die Faſern des Tuches, oder abgeſchnittene Fäden.

Geſetzt entweder die Wärme ſtriche durch die Subſtanzen, deren man ſich zur Bekleidung bedient, oder die Wärme der Bekleidung hienge blos von der Schwierigkeit ab, welche die Wärme bey ihrem Durchgange durch die Subſtanzen, oder die ſol-

den

den Theile, woraus sie bestehen, findet; so müßte sich in diesem Fall die Wärme der Bekleidung caeteris paribus, immer wie die Quantität der Materialien woraus sie zusammengesetzt sind, verhalten; daß dieses aber nicht der Fall ist, zeigen sowohl die vorhergehenden, als folgenden Versuche ganz deutlich.

Da ich bey dem 4ten Versuche die Wärme von 16 Gran roher Seide bestimmt hatte, so wiederholte ich nun denselben Versuch mit derselben Quantität oder Gewicht von gezupftem weißen Taffent, und dann mit eben so viel gewöhnlicher Näh-Seide, die in 2 Zoll lange Stücken geschnitten war. Die folgende Tabelle zeigt die Resultate dieser drey Versuche.

Wärmeverlust.	Rothe Seide. 16 Gran. Versuch 3.	Gezupftet Taffent. 16 Gran. Versuch 14.	Nähseide in Stückchen geschnitten. 16 Gran. Versuch 15.
70°	—	—	—
60	94″	90″	67″
50	110	106	79
40	133	128	99
30	185	172	135
20	273	246	195
10	489	427	342
Totalzeiten.	1284	1169	917

Ob-

Obgleich bey allen drey Verſuchen die Quantitäten der Seide dieſelben waren, und ob ſie gleich bey jedem der Verſuche denſelben Raum einnahmen, ſo war doch die Wärme der durch die Seide gebildeten Hüllen ſehr verſchieden, welches von der verſchiedenen Lage des Materials herrührte.

Die rohe Seide war ſehr fein und gleich vertheilt durch den ganzen Raum, den ſie einnahm, und bildete daher eine ſehr warme Hülle.

Der gezupfte Taffent war auch fein, doch nicht ſo fein als die rohe Seide; folglich waren die Zwiſchenräume der Faden größer, und er war weniger warm; die Stückchen Näh-Seide endlich waren ſehr rauh, folglich ſehr ungleichförmig in dem Raum, den ſie einnahmen verbreitet, und bildeten daher eine ſehr ſchlechte Hülle zum Zuſammenhalten der Wärme.

Aus den Reſultaten der fünf letzten Verſuche wird es klar, daß die Luft, die die Zwiſchenräume der Körper, deren man ſich zur Bekleidung bedient, einnimmt, eine wichtige Rolle beym Zuſammenhalten der Wärme ſpielt; doch ich verſchiebe die weitere Unterſuchung dieſes Umſtandes bis ich mehrere andere

dere Versuche angeführt habe, die, wie ich glaube, noch mehr Licht über diesen Gegenstand verbreiten werden.

Allein ehe ich weiter gehe, führe ich noch drey Versuche, oder vielmehr ein und denselben Versuch, den ich an einem Tage dreymal wiederholte, an, um zu sehen, in wie fern man sich, in Hinsicht auf die Gleichförmigkeit ihrer Resultate, auf sie verlassen könne.

Der Glas-Ball des Passage-Thermometers wurde mit 16 Gran Baumwolle angefüllt, das Instrument wurde dabey verschiedenemal erhitzt und abgekühlt, und die Zeiten der Abkühlung waren folgende:

Wärmeverlust.	Versuch 16.	Versuch 17.	Versuch 18.
70°	—	—	—
60	82″	84″	83″
50	96	95	95
40	118	117	116
30	152	153	151
20	221	221	220
10	380	377	377
Totalzeiten.	1049	1047	1042

Die Differenzen der Zeiten der Abkühlung sind bey diesen drey Versuchen äußerst gering; aber eben so

ſo regelmäßig wie dieſe, waren auch die übrigen auf dieſelbe Art angeſtellten Verſuche, von denen viele zwey bis dreymal wiederholt wurden, ob ich ſie gleich, wegen der Kürze, blos als einfache Verſuche bemerkt habe.

Ich fahre jetzt in meinen Forſchungen über die Urſache der Wärme der warmen Bekleidungen fort. Da ich gefunden hatte, daß die Feinheit und die gleiche Verbreitung eines Körpers oder einer Subſtanz, deren man ſich als Hülle zum Zuſammenhalten der Wärme bedient, ſo viel zur Erhaltung der Wärme beyträgt, ſo war ich jetzt begierig auf den Erfolg, wenn ich die Bedeckung verdichten würde, indem die Quantität der Subſtanz dieſelbe bliebe, aber ihre Dicke nach dem Verhältniß der Zunahme ihre Dichtigkeit, verringert würde.

Der Verſuch, den ich deswegen anſtellte, war folgender: — Ich nahm 16 Gran gewöhnliche Näh-Seide, von Mittelſtärke, wand ſie ſo um die Thermometer-Kugel, daß dieſe davon ganz und von derſelben Stärke bedeckt war, ſteckte dann das Thermometer wieder in den Glas-Cylinder, und erhitzte das ganze Inſtrument wieder in kochenden Waſſer, kühlte es dann in Waſſer und Eis ab, ſo wie bey

den obigen Versuchen. Die Resultate dieses Versuchs liefert die folgende Tabelle. Damit sie gleich mit den andern mit gleicher Menge Seide, aber verschiedentlich angewendet, angestellt, verglichen werden können, habe ich jene Versuche daneben gesetzt:

Wärmeverlust.	Rohe Seide. 16 Gran.	Gezupfter feiner Taffent. 16 Gran.	Nähseide in Stücken geschnitten. 16 Gran.	Nähseide um die Kugel d. Thermomet. gewunden 16 Gran.
	Vers. N. 4	Vers. N. 14	Vers. N. 15.	Vers. N. 19
70	—	—	—	—
60	94″	90″	67″	46″
50	110	106	79	62
40	133	128	99	85
30	185	172	135	121
20	273	246	195	191
10	439	427	342	399
Totalz.	1214	1169	917	904

Es verdient sehr bemerkt zu werden, daß, obgleich die Hülle, die durch die Näh-Seide die im 19 Versuch um die Thermometer-Kugel gewunden war, gebildet wurde, wenig Kraft zu besitzen schien, die Wärme, so lange das Instrument heiß war, zusammenzuhalten; — doch nachher, da sich die Wärme des Thermometers der Wärme des ihn umgebenden Mediums näherte, ihre Kraft die Wärme,

me, die in der Thermometer-Kugel blieb, zurückzuhalten, ſelbſt größer erſchien, als die der Seide in dem Verſuch No. 15., indem die Zeit der Abkühlung von 20° bis auf 10° in dem Verſ. No. 19 = 399″, in dem Verſuch aber nur = 342″ war. Daſſelbe beobachtete ich bey den folgenden Verſuchen, wo die Thermometer-Kugel mit Fäden von Wolle, Baumwolle, und Leinen, oder Flachs, auf dieſelbe Art wie mit der Näh-Seide umwunden war.

Die folgende Tabelle liefert die Reſultate dieſer Verſuche mit Fäden verſchiedener Art. Um auch ſie deſto leichter mit den Verſuchen die mit derſelben Quantität derſelben Subſtanzen aber in verſchiedener Form angeſtellt wurden, vergleichen zu können, habe ich auch die Rechnungen dieſer Verſuche zur Seite einer jeden mit beygefügt. Eben ſo habe ich auch noch einen Verſuch mit beygefügt, wo 16 Gran feine Leinwand um die Thermometer-Kugel gewunden wurden, die 9 mal herum reichte, dann oben und unten zugebunden wurde, ſo daß die Kugel völlig damit bedeckt war.

Wärmeverluſt.	Schaafwolle, 16 Gran, umgiebt die Kugel des Thermometers.	Wollene Fäden, 16 Gran, um die Kugel des Thermometers gewunden.	Baumwolle, 16 Gran, umgiebt die Kugel des Thermometers.	Baumwollene Fäden, 16 Gran, um die Kugel des Thermometers gewunden.	Gezupftes Linnenzeug, 16 Gr. umgiebt die Thermometer-Kugel.	Leinene Fäden, 16 Gran, um die Thermometer-Kugel gewunden	Leinwand, 16 Gran, um die Thermometer-Kugel gewickelt.
	Verſ. 5.	Verſ. 20.	Verſ. 7.	Verſ. 21.	Verſ. 7.	Verſ 22	Verſ 23.
70°	—	—	—	—	—	—	—
60	79″	46″	83″	45″	80″	46″	42″
50	95	63	95	60	93	62	56
40	118	89	117	83	115	85	74
30	162	126	152	115	150	117	108
20	238	200	221	179	218	180	168
10	426	410	378	370	376	385	388
Totalz.	1118	934	1046	852	1032	873	783

Daß der um die Thermometer-Kugel leicht gewundene Faden eine minder warme Hülle als dieſelbe Quantität von Wolle, oder von andern rohen Materialien, (woraus der Faden gemacht war) die die Kugel des Thermometers lockerer umhüllten, und folglich einen größern Raum einnähmen, abgeben würde,

würde, hatte ich nach meiner Idee über die Urſachen der Wärme der Bedeckungen erwartet; allein ich geſtehe, es überraſchte mich ſehr, die relative Wärme dieſer beyden Arten von Umhüllungen, da, wo ſie groſſe Wärme-Grade zurückhalten ſollen, und dann, wenn die Wärme, welche ſie einſchlieſſen ſollen, nach Verhältniß gegen die Temperatur des ſie umgebenden Mediums viel geringer iſt, ſo verſchieden zu finden. Dieſe Verſchiedenheit iſt ſehr auffallend: Bey den Verſuchen mit Schaafwolle, und mit wollenen Faden, verhielt ſich die Wärme der Hülle aus 16 Gran der Schaafwolle gemacht, zu der, aus 16 Gran wollenen Faden gebildet, — da der Thermometer von 70° bis 60° abgekühlt wurde, — wie 79 zu 46; hingegen hernach, da das Thermometer blos von 20° bis auf 10° gefallen war, verhielt ſich die Wärme der Wolle zu der der wollenen Fäden nur wie 426 zu 410; und bey den Verſuchen mit leinenem Zeuge, und leinenen Fäden war, bey ſehr verminderter Wärme, die Bedeckung durch Fäden ſogar wärmer, als die von Leinwand, da doch im Anfang der Verſuche, wo die Wärme viel gröſſer war, die Leinwand wärmer als die Fäden, im Verhältniß wie 80 zu 46 war.

Hieraus folgt, daß eine Bedeckung unter gewiſſen Umſtänden ſehr geſchickt ſeyn könne, geringe

Wärme-

Wärme-Grade zu bewahren; da doch der Unterſchied zwiſchen beyden Bedeckungen zur Bewahrung einer gröſsern intenſivern Wärme ſehr gering ſeyn würde, und vice versa. Dies iſt, wie ich glaube, ein neues Factum, deſſen Kenntniß zu weitern Entdeckungen in Hinſicht auf die Wärme von Bedeckungen, oder der Art, wie die Wärme durch ſie hindurch geht, führen kann. Doch ehe ich dieſen Gegenſtand weiter verfolge, will ich lieber vorher verſchiedene andere Verſuche erſt anführen, die wie ich hoffe mehr Licht darüber verbreiten, und die Unterſuchung leichter und befriedigender machen werden.

Um zu beſtimmen, in wie fern die Kraft mancher Körper, die Wärme zuſammenzuhalten, (ſobald man ſich ihrer zu Bedeckungen bedient) von der Natur dieſer Körper als chemiſche Subſtanzen betrachtet, abhängt, unternahm ich die folgenden Verſuche:

Da die Holzkohle, wie man annimmt, beynahe ganz aus Phlogiſton zuſammengeſetzt iſt, ſo meinte ich, daſs, wenn ich den Verſuch, wie ich ihn mit verſchiedenen andern Körpern angeſtellt hatte, jetzt mit Holzkohle verſuchte, ich dadurch entdecken würde, ob das phlogiſtiſche Prinzip entweder die

Urſache

Urſache der wärmeleitenden oder nichtleitenden Kraft derjenigen Körper, die es enthalten, ſey. Ich füllte daher den Glas-Ball des Paſſage-Thermometers mit 176 Gran feinem Kohlen-Pulver (es war im Mörſer geſtoßen, und dann fein durchgeſiebt worden) ſo daß es die Thermometer-Kugel vollkommen umgab, erhitzte das Inſtrument in kochendem Waſſer, tauchte es dann in eine Miſchung von Eis und Waſſer, und bemerkte die Zeiten der Abkühlung, ſo wie ſie die folgende Tabelle liefert. Dann wiederholte ich denſelben Verſuch mit Lampenruß, und mit einer trocknen Holzaſche. Die Reſultate liefert gleichfalls die folgende Tabelle.

Die Kugel des Thermometers umgeben mit				
Wärmeverluſt.	176 Gran feinen Kohlenpulver.	176 Gr. feinen Kohlenpulver.	195 Gr. Lampenruß	307 Gr. reiner trockner Holzaſche.
	Verſ. N. 24.	Verſ N. 25	Verſ. N. 26.	Verſ. N. 27
70°	—	—	—	—
60	79″	91″	124″	96″
50	95	91	118	92
40	100	109	134	107
30	139	133	164	136
20	196	192	237	185
10	331	321	394	311
Totalzeit	940	937	1171	927

Den

Der Verſuch No. 25. war eine bloße Wiederholung von No. 24., und wurde ſogleich nach dieſem angeſtellt; nur wurde durch die Bewegung des Thermometers bey dem erſten Verſuche das Kohlen-Pulver in dem Glas-Ball ein wenig gerüttelt, welchem Umſtand ich die Verſchiedenheit, die ſich in den Reſultaten der beyden Verſuche findet, zuſchreibe.

Bey den Verſuchen mit Lampenruß und mit der Holzaſche, ſind die Zeiten der Abkühlung von 70° bis 60° größer, als die von 60° bis 50°; dieſes rührt wahrſcheinlich von der beträchtlichen Menge von Wärme her, die dieſe Subſtanzen ſelbſt enthalten, und die ſie erſt abſetzen mußten, ehe ſie in der Kugel des Thermometers enthaltene Wärme annehmen, und wieder an das ſie umgebende Medium abſetzen konnten.

Den nächſten Verſuch ſtellte ich mit Semen lycopodii an, welches gewöhnlich auch Hexen-Mehl heißt; eine Subſtanz, die ganz beſondere Eigenſchaften beſitzt. Es nimmt durchaus keine Näſſe an. Streuet man eine gehörige Menge auf die Oberfläche eines Waſſer-Beckens, ſo ſchwimmt es nicht blos darauf ohne naß zu werden, ſondern es verhindert auch daß andere Körper, die man hindurch in das Waſſer

Waſſer taucht, nicht naß werden, ſo daß man ein Stück Gold, oder einen andern feſten Körper mit der Hand von dem Boden des Waſſer-Beckens aufheben kann, ohne die Hand naß zu machen; ein gewöhnliches Kunſtſtück der gemeinen Taſchenkünſtler: das Hexen-Mehl bedeckt nemlich die Hand, geht mit auf den Boden des Gefäßes, und ſchützt ſo die Hand, daß ſie nicht naß wird. Dieſe Subſtanz hat das Anſehn eines leichten, feinen gelben Pulvers, das ſehr entzündlich iſt, ſo daß wenn man es aus einem Federkiel in die Licht-Flamme bläßt, es wie Schießpulver flackert, weswegen man es auch auf unſern Theatern braucht, um den Blitz damit nachzuahmen.

Ich ſah ein, daß zwiſchen dieſer Subſtanz und der Luft eine ſtarke Attraction Statt finden müſſe, und da ich zufolge einiger Umſtände, die ich bey einigen der vorhergehenden Verſuche bemerkt hatte, vermuthete, daß die Wärme einer Bedeckung nicht blos von der Feinheit der Subſtanz, woraus die Bedeckung beſteht, und von der Lage ihrer Theile herrührt, ſondern daß ſie einigermaßen aus einer gewiſſen Attraction zwiſchen der Subſtanz und der Luft, die die Zwiſchenräumchen anfüllt, entſteht, ſo glaubte ich, ein Verſuch mit Semen lycopodii

würde

würde wahrscheinlich mehr Licht über diesen Gegenstand verbreiten, und ich betrog mich auch nicht ganz in dieser Meinung, so wie man aus den Resultaten der folgenden drey Versuche sehen wird.

Die Kugel des Thermometers mit 256 Gran Semen lycopodii umgeben.

Wärmeverlust.	Abgekühlt Vers. N. 28.	Abgekühlt Vers. N. 29.	Angenom. Wärme.	Erhitzt. Vers. N. 30.
70°	—	—	0°	—
60	146″	157″	10	230″
50	162	166	20	68
40	175	170	30	63
30	209	203	40	76
20	284	288	50	121
10	502	513	60	316
—	—	—	70	1585
Totalzt.	1478	1491	—	2459

Bey dem letzten Versuch (No. 30.) dessen Resultat sehr auffallend war, wurde das Instrument in schmelzendem Eise bis auf 0° abgekühlt, und hierauf sogleich in kochendes Wasser getaucht, worinne es so lange blieb, bis das eingeschlossene Thermometer eine Wärme von 70° angenommen hatte, welches 2459 Secunden, oder gegen 40 Minuten dauerte; indem das Instrument schon 1½ Min. in dem kochenden Wasser stand, ehe das Queckſilber im Thermometer auch nur im geringsten stieg. Da es endlich in Bewegung kam, so stieg es sehr schnell

40 oder 50 Grad, worauf aber ſeine Bewegung ſo langſam wurde, daß es 1535 Secunden oder etwas über 26 Minuten dauerte, ehe es 60° bis 70° ſtieg, obgleich die Temperatur des Mediums, in welchem es ſich befand, während dieſer ganzen Zeit beynahe 80° war. Das Queckſilber des Thermometers ſtand beynahe auf 27 Pariſer Zoll.

Alle die verſchiedenen Subſtanzen, die ich bis jetzt zu den Verſuchen gebraucht hatte, um damit die Kugel des Thermometers zu umhüllen, hatten, die Flüſſigkeiten ausgenommen, die Wärme mehr oder minder zuſammengehalten, oder verhindert, daß ſie aus dem Thermometer nicht ſo ſchnell heraustrat, als es geſchehen ſeyn würde, wäre der Glas-Ball, in deſſen Mitte ſich das Thermometer befand, mit nichts als mit Luft angefüllt geweſen. Allein nun entſteht die große Frage, wie, oder auf welche Art jene Subſtanzen dieſes bewirkten?

Zuerſt war es nicht blos die Folge ihrer eignen nichtwärmeleitenden Kraft; denn nehmen wir an, daß ſie anſtatt blos ſchlechte Wärme-Leiter zu ſeyn, für die Wärme ganz undurchdringlich geweſen wären, ſo war in dieſem Fall ihr Volumen oder ihre feſten Beſtandtheile ſo erſtaunlich klein im Verhältniß gegen die Capacität des Glas-Balls in dem ſie

ſich

ſich befanden, daß, hätten ſie keine Wirkung auf die Luft, die ihre Zwiſchenräumchen anfüllte, hervorgebracht, dieſe Luft hinreichend geweſen wäre, in weniger als der in den Verſuchen bemerkten Zeit, alle mitgetheilte Wärme fortzuleiten.

Da der Diameter des Glas-Balls 1, 6 Zoll war, ſo betrug der Inhalt deſſelben 2,14466 Cub. Zoll; und da der Inhalt der Thermometer-Kugel nur 0,08711 eines Cub. Zolls betrug (indem der Diameter 0,55 Zoll war) ſo hielt der Raum zwiſchen der Thermometer-Kugel und der innern Fläche des Glas-Balls 2,14466 — 0,08711 = 2,05755 Cub. Zoll. Dieſen ganzen Raum nahmen die Subſtanzen, womit die Thermometer-Kugel in den obigen Verſuchen umgeben war, ein.

Obgleich nun die Subſtanzen jenen Raum einnahmen, ſo füllten ſie ihn doch bey weiten nicht aus; denn den größten Theil des Raums nahm die Luft ein, die die Zwiſchenräumchen der erwähnten Subſtanzen anfüllte. Bey dem Verſuche No. 4. nahmen 16 Gran roher Seide dieſen Raum ein; da ſich nun die ſpecifiſche Schwere der rohen Seide zu der des Waſſers, wie 1734 zu 1000 verhält, ſo war das Volumen dieſer Seide gleich dem Volumen von

9,4422

9,4422 Gr. Wasser; da ferner ein Cubic-Zoll Wasser 253,185 Gran wiegt, so war das Volumen der Seide gleich $\frac{2}{3}\frac{3}{3}\frac{3}{3}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$ = 0,037294 eines Cub. Zolls. Da nun der Raum, den sie einnahm 2,05755 Cub. Zoll betrug, so folgt hieraus, daß die Seide nicht mehr als gegen $\frac{1}{55}$ des Raums, in dem sie eingeschlossen war, anfüllte. Der ganze übrige Theil des Glas-Balls war mit Luft angefüllt.

Bey dem Versuch No. 1., wo der Raum zwischen der Thermometer-Kugel und dem Glas-Ball, bloß mit Luft angefüllt war, betrug die Zeit, um das Thermometer von 70° bis 10° abzukühlen 576 Sec., bey dem Versuch No 4 hingegen, wo derselbe Raum mit 54 Theilen Luft, und 1 Theil roher Seide angefüllt war, betrug die Zeit derselben Abkühlung 1284 Secunden.

Nehmen wir nun an, daß die Seide durchaus keine Wärme fortleiten konnte und setzen ferner zugleich voraus, daß sie die Luft, die sich mit in dem Glas-Ball befand, nicht verhindern konnte, die Wärme fortzuleiten, so würde in diesem Fall die Gegenwart der Seide in dem Glas-Ball die Zeit der Abkühlung nur nach dem Verhältniß der Luft-Menge, die sie von ihrem Platze vertrieben hätte,

d. h.

d. h. wie 1 zu 54, oder um etwas mehr als 10 Secunden, verzögert haben. Allein die Zeit der Abkühlung war in der That um 708 Secunden verlängert worden (denn bey dem Versuch No. 1. betrug es 576 Sec. und im Vers. No. 4. war es 1284 Sec.); Dies beweißt, daß nicht blos die Seide an und für sich selbst die Wärme nicht fortleitete, sondern daß sie auch die Luft, die ihre Zwischenräumchen einnahm, daran hinderte, oder wenigstens ihre Kraft, die Wärme fortzuleiten, sehr schwächte.

Die nächste Frage ist nun: wie kann die Luft gehindert werden, daß sie die Wärme nicht fortleitet? und dieses zieht die andere nach sich: wie leitet die Luft die Wärme fort?

Wenn die Luft die Wärme leitet, wie es wahrscheinlich ist, daß die Metalle, das Wasser, und alle andere feste Körper und unelastische Flüssigkeiten sie leiten, das heißt indem ihre Theilchen an ihrer Stelle bleiben, so geht die Wärme von Theilchen zu Theilchen durch die ganze Masse. Da man nun nicht berechtigt ist anzunehmen, daß sich die Wärme nothwendig in geraden Linien fortpflanzen muß, so begreife ich nicht, wie die Dazwischenkunft solch

einer

einer kleinen Menge eines festen Körpers, der nur $\frac{1}{3}$ Theil des Volumens der Luft, (wie oben bemerkt worden) betrug, solch eine beträchtliche Verminderung der wärmeleitenden Kraft der Luft, wie es in dem obenerwähnten Versuche No. 4. mit roher Seide der Fall war, hätte hervorbringen können.

Wenn die Luft und das Wasser die Wärme auf dieselbe Art fortleiten, so wäre es mehr als wahrscheinlich, daß ihre wärmeleitende Kraft durch dieselben Mittel könnte geschwächt werden; allein da ich den Versuch mit Wasser anstellte, indem ich den Glas-Ball, in dessen Mitte die Thermometer-Kugel sich befand, damit anfüllte, und dann denselben Versuch dadurch veränderte, daß ich 16 Gran roher Seide in das Wasser mischte; so fand ich nicht, daß die wärmeleitende Kraft des Wassers durch die Seide merklich geschwächt wurde *).

Doch haben wir oben gesehen, daß dieselbe Seide, wenn sie mit einem gleichen Volumen Luft ge-

*) Der hier erwähnte Versuch wurde im Jahr 1787 angestellt. Allein das Resultat einer sorgsamern Forschung über diesen Gegenstand hat seit dem gezeigt, daß sich die Wärme im Wasser nicht auf die hier angenommene Art fortpflanzt. (Siehe VII. Abhandl).

gemiſcht iſt, deren wärmeleitende Kraft um einen beträchtlichen Grad verringerte; folglich, kann man füglich ſchließen, daß das Waſſer und die Luft die Wärme auf verſchiedene Art fortleiten.

Der folgende Verſuch aber, wird, wie ich glaube, die Sache außer allen Zweifel ſetzen.

Es iſt bekannt genug, daß die Eigenſchaft der Luft, Waſſer im aufgelößten Zuſtande zu erhalten, durch die Wärme ſehr vermehrt, und durch die Kälte ſehr vermindert wird; ferner daß, wenn ſehr warme Luft mit Waſſer geſättigt iſt, und ſie hernach abgekühlt wird, ein Theil dieſes Waſſers natürlicherweiſe abgeſetzt wird.

Ich nahm eine cylindriſche Bouteille von durchſichtigem Glaſe, 8 Zoll im Diameter, und 12 Zoll hoch, mit einem kurzen engen Halſe, hieng in die Mitte der Bouteille ein ſchmales Stück leinenes Zeug mäßig angefeuchtet, tauchte ſie dann in ein großes Gefäß mit Waſſer, das bis zu 100° erhitzt war, ließ ſie darinn, bis die Luft nicht blos warm geworden, ſondern ſich auch mit der Feuchtigkeit aus dem Stück Linnen ganz geſättigt hätte, indem die Oeffnung der Bouteille während dieſer ganzen Zeit mit einem guten Kork verſtopft war. Da dieſes

ſes geſchehen war, ſo nahm ich den Kork einen Augenblick heraus, um den leinenen Streifen wegzunehmen, ſtopfte dann die Bouteille ſchnell wieder zu, nahm ſie aus dem warmen Waſſer heraus, und tauchte ſie in ein großes cylindriſches Gefäß, 12 Zoll im Diameter und 16 hoch, welches gerade ſo viel eiskaltes Waſſer enthielt, daß das Gefäß, wenn die Bouteille ganz untergetaucht war, ganz damit angefüllt war.

Da das Gefäß, ſo wie die Bouteille und das Waſſer vollkommen durchſichtig war, ſo konnte ich ganz deutlich ſehen, was in der Bouteille vorging; da ich ferner das Gefäß auf einen Tiſch nahe an das Fenſter in die günſtigſte Beleuchtung geſetzt hatte, ſo ſchickte ich mich zur Beobachtung mit aller der bangen Erwartung an, die die Gewißheit, daß das Reſultat des Verſuches entſcheidend ſeyn müſſe, natürlich einflößt.

Ich war überzeugt, daß die in der Bouteille enthaltene Luft ihre Wärme nicht verliehren würde, ohne nicht auch in demſelben Augenblick, und auf derſelben Stelle, einen Theil ihres enthaltenen Waſſers abzuſetzen; durchdränge nun die Wärme die Maſſe der Luft von dem Centrum

aus nach der Oberfläche zu, oder pflanzte sie sich in ihr von Theilchen zu Theilchen, auf dieselbe Art fort, wie sich, wie man mit Wahrscheinlichkeit annehmen kann, die Wärme im Wasser, und in den andern unelastischen Flüssigkeiten *) verbreitet, so mußte bey weiten der größte Theil der in der Bouteille enthaltenen Luft, auch ehe sie noch das Glas berührte seine Wärme abgeben, und zu gleicher Zeit einen verhältnißmäßigen Theil seines Wassers absetzen, der denn in Gestalt eines Regens niederfallen würde; ob ich nun gleich vermuthete, daß dieser Regen zu fein seyn würde, um bey seinem Niederströmen bemerkt zu werden, so erwartete ich doch, ihn auf den Boden der Bouteille, wenn auch nicht in sichtbaren Wassertropfen, doch als feuchten Beschlag zu finden, eben so wie kalte Gläser von heißen wässerigen Dünsten anlaufen.

Würden hingegen die Theilchen der Luft, anstatt ihre Wärme von Theilchen zu Theilchen fortzupflanzen, für sich selbst, und jedes abgesondert von

*) Der hier erwähnte Versuch wurde im Jahr 1787 angestellt; allein das Resultat einer sorgsamern Untersuchung dieses Gegenstandes hat seitdem bewiesen, daß sich die Wärme im Wasser, nicht nach der hier angenommenen Art fortpflanzt. (Siehe VII. Aufsatz.)

von dem Mittel-Punkt aus an die Oberfläche der Bouteille gelangen, ſo ſchloß ich, daß in dieſem Fall, der durch das abgeſetzte Waſſer gebildete Beſchlag ſich über die ganze Bouteille verbreiten müßte, ſo daß er am Boden eher ſchwächer als ſtärker, als an den Seiten erſcheinen würde; und dieſes beſtätigte ſich auch wirklich.

Der feuchte Beſchlag erſchien zuerſt an den Seiten der Bouteille nach dem Halſe zu; von da breitete er ſich nach und nach nach unten zu aus, wurde aber immer ſchwächer, ſo daß er $\frac{1}{2}$ Zoll von dem Boden der Bouteille kaum mehr ſichtbar war; auf dem Boden ſelbſt aber, der beynahe ganz eben war, ſah man kaum die entfernteſte Spur von Feuchtigkeit.

Dieſe Erſcheinungen ſind, wie ich glaube, leicht zu erklären. Wenn die Luft, die unmittelbar das Glas berührt, abgekühlt wird, und einen Theil ihres Waſſers an der Glasfläche abgeſetzt hat, ſo ſinkt ſie zufolge ihrer vermehrten ſpecifiſchen Schwere an den Seiten der Bouteille herab, und drängt, indem ſie ſich auf dem Boden derſelben lagert, die ganze Maſſe der warmen Luft hinauf; dieſe ſetzt nun auch ihrer Seits, an den Seiten-

Wänden der Bouteille ihre Wärme und ihr Waſſer ab, und indem ſie ihren Lauf nachher wieder niederwärts nimmt, ſo geht dieſer Kreislauf ſo lange fort, bis die ganze Luftmaſſe in der Bouteille genau die Temperatur des Waſſers, in dem ſie umgebenden Gefäß, angenommen hat.

Hieraus wird klar, warum der verdichtete Dunſt ſich zuerſt in dem Halſe der Bouteille anſetzt; ferner warum er ſich eben da am ſtärkſten ſammelt, ſo daß er ſich nach den Boden zu immer unbeträchtlicher abſetzt.

Dieſer Verſuch beſtärkte mich in einer Meinung, die ich ſchon vor einiger Zeit gehabt hatte, daß, obgleich die individuellen Theilchen der Luft fähig ſind, Wärme aufzunehmen und fortzuführen, doch die Luft in einem ruhigen Zuſtande, oder als ein Fluidum betrachtet, deſſen Theilchen unter ſich betrachtet ruhen, nicht fähig iſt, die Wärme fortzuleiten, oder ihr einen Durchgang zu gewähren; mit einem Wort, daß die Wärme nicht fähig iſt, durch eine Maſſe von Luft zu gehen, indem ſie von einem Theilchen zum andern bringt; und daß von dieſem Umſtande ihre nichtleitende Kraft vorzüglich abhängt.

Die-

Dieſer Umſtand iſt es alſo vorzüglich von dem es abhängt, daß die nichtleitende Kraft der Luft, oder ihre apparente Wärme, wenn man ſie als Hülle zum Einſchließen der Wärme anwendet, ſo beträchtlich durch eine Miſchung mit einer kleinen Menge einer ſehr feinen, leichten, feſten Subſtanz, wie z. B. rohe Seide, Pelzwerk, Eiderdunen u. ſ. w. (ſ. die vorhergehenden Verſuche) erhöht wird: denn obgleich, wie ich ſchon bemerkt habe, dieſe Subſtanzen, wegen der geringen Quantität, in der ſie angewendet wurden, kaum beträchtlich die Luft würden verhindert haben, die Wärme fortzuleiten, oder ihr einen Durchgang zu gewähren, in dem Fall, daß ſie durch ſie hindurch hätte gehen können; ſo konnten ſie die Luft, in dem Act der Fortpflanzung der Wärme doch ſehr hindern.

Allein noch findet ſich ein anderer Umſtand, den man nothwendigerweiſe auch in Betracht ziehen muß. Dieſes iſt die Attraction, die zwiſchen der Luft, den oben erwähnten Körpern, und andern ähnlichen Subſtanzen, die eine natürliche oder künſtliche Bekleidung abgeben, Statt findet. Denn obgleich die Incapacität der Luft, — der Wärme auf die Art einen Durchgang zu geſtatten, wie es bey feſten Körpern Statt hat, — uns in den Stand ſetzt,

ihre

ihre Wärme unter gewiſſen Umſtänden zu erklären, ſo ſcheint doch die bloße Zuläſſigkeit dieſes Prinzips nicht hinzureichen, um die außerordentlichen Grade der Wärme, wie wir ſie bey dem Pelzwerk, bey Federn, bey verſchiedenen andern Arten der natürlichen und künſtlichen Bekleidung, und ſelbſt im Schnee finden, zu erklären; denn nehmen wir an, daß die Theilchen der Luft, die Wärme, die durch dieſe Körper zuſammen oder zurückgehalten werden ſoll, ohne ein anderes Hinderniß, als das aus ihrer vis inertiae, (oder dem Mangel der nothwendigen Kraft um ſie in Bewegung zu ſetzen) entſteht, wegführen könnten, — ſo ſcheint es wahrſcheinlich zu ſeyn, daß die Nachfolge von friſchen Theilchen kalter Luft, und der daraus entſtehende Verluſt von Wärme, viel ſchneller ſeyn würde, als wie wir es in der That finden.

Daß eine Attraction, ja ſelbſt eine ſehr ſtarke, zwiſchen den Theilchen der Luft, den feinen Haaren oder Pelzwerk von Thieren, den Federn von Vögeln, der Wolle ꝛc. Statt hat, erhellet aus der Hartnäckigkeit, womit dieſe Subſtanzen die Luft, die an ihnen hängt, ſelbſt wenn ſie in das Waſſer getaucht, oder unter dem Recipienten einer Luftpumpe behandelt werden, an ſich halten. Daß dieſe

Attraction für die Wärme jener Körper nothwendig iſt, kann man, wie ich glaube, leicht erklären.

Bey dem Pelzwerk zum Beyſpiel, iſt die Attraction zwiſchen den Theilchen der Luft, und den feinen Haaren, in welche erſtere gehüllt ſind, größer, als die vermehrte Elaſticität oder Repulſionskraft dieſer Lufttheilchen gegen die übrigen Theilchen der Luft betrachtet, welche aus der Wärme, die ihnen durch den animaliſchen Körper mitgetheilt wird, entſteht; ſo wird die Luft in dem Pelzwerk, obgleich erwärmt, doch nicht leicht fortgeführt; und dieſe Decke von eingeſchloſſener Luft iſt die eigentliche Barriere, die die animaliſchen Körper gegen die äußere kalte Luft ſchützt. Jene Luft kann die animaliſche Wärme nicht fortführen, da ſie ſelbſt durch ihre Attraction an die Haare oder das Pelzwerk gefeſſelt iſt; daher wenn ſie ja Wärme fortführt, ſo geſchiehet dieſes nur mit der Schwierigkeit, wie ich in den vorhergehenden Verſuchen genugſam gezeigt habe.

Hieraus erklärt ſich, warum die Pelze, die die feinſten, längſten und dickſten Haare haben, zugleich auch die wärmſten ſind; und warum die Pelze des Bibers, der Fiſchotter, und anderer ihnen ähnlicher

licher Thiere, die viel im Waſſer leben, ſo wie die Federn des Waſſergeflügels im Stande ſind, die Wärme dieſer Thiere im Winter, ohngeachtet der erſtaunlichen Kälte, und der großen leitenden Kraft des Waſſers, worinne ſie ſchwimmen, zu erhalten. Die Attraction zwiſchen dieſen Subſtanzen, und der Luft, die ihre Zwiſchenräumchen einnimmt iſt ſo groß, daß dieſe Luft ſelbſt durch die Berührung des Waſſers aus ihrer Stelle nicht vertrieben wird; ſondern indem ſie an ihrer Stelle bleibt, ſo verhindert ſie ſowohl, daß der animaliſche Körper nicht naß wird, als auch daß er ſeiner Wärme durch die ihm umgebende kalte Flüſſigkeit nicht beraubt wird; ja es iſt ſogar möglich, daß der Druck des Waſſers gegen die Decke der Luft, die in den Zwiſchenräumchen des Pelzes oder der Federn eingeſchloſſen iſt, die Wärme oder nichtleitende Kraft derſelben zu gleicher Zeit ſo vermehrt, daß das Thier auf dieſe Art im Waſſer eben nicht mehr Wärme verliert, als wenn es ſich in freyer Luft befindet. Denn wir ſahen in den vorhergehenden Verſuchen, daß unter gewiſſen Umſtänden die Wärme einer Bedeckung dadurch ſehr vermehrt wird, daß man ihre Theile näher zuſammen bringt, oder ihre Dichtigkeit auf Koſten ihrer Dicke vermehrt. Aber dieſer Umſtand ſoll hernach noch weiter unterſucht werden.

Die

Die Bären, Wölfe, Füchse, Haasen, und andere ähnliche Thiere, die in kalten Gegenden sich aufhalten, haben auf dem Rücken dickern Pelz, als am Bauche. Die erwärmte Luft, die die Räumchen zwischen den Haaren des Thiers einnimmt, strebt nach oben zu zu steigen, und würde, vermöge ihrer vermehrten Elasticität durch den Rücken der Thiere viel leichter, als durch den Bauch entweichen, hätte die Vorsehung sie nicht gegen dieses Uebel durch die vermehrten Hemmungen in den obern Theilen, wodurch die Wärme an den thierischen Körper gefeßelt wird, so weise geschützt. Dieses giebt schon, wie ich glaube, beynahe einen Beweis für die Prinzipien über die Art, wie die Wärme von der Luft fortgeführt wird, und über die Ursachen der nichtleitenden Kraft der Luft oder ihre apparente Wärme, wenn sie, verbunden mit andern Körpern, als eine Decke zum Zusammenhalten der Wärme betrachtet werden kann, ab.

Der Schnee, der die Oberfläche der Erde unter hohen Graden der Breite im Winter bedeckt, ist ohne Zweifel vom Schöpfer zur Bekleidung jener Gegenden bestimmt, um sie gegen die rauhen Winde aus den Polar-Gegenden, die während der kalten Jahres-Zeit dort herrschend sind, zu schützen.

Die-

Dieſe Winde, behalten, der großen Land-Striche ohngeachtet, über welche ſie ſtreichen, ihre Rauhigkeit ſo lange, als der Boden, über den ſie wehen, noch mit Schnee bedeckt iſt, bey; und ihre ſchneidende Kälte nimmt erſt ab, und verliert ſich nach und nach, wenn ſie den Ocean erreichen, wo ſie aus den Gewäſſern deſſelben die Wärme, die der Schnee auf dem Lande zurück hielt, erhalten und aufnehmen.

Man findet immer, daß die Winde viel kälter ſind, wenn der Boden mit Schnee bedeckt iſt, als wenn er davon entblößt iſt; und dieſe außerordentliche Kälte wird, wie man gewöhnlich annimmt, der Luft durch den Schnee mitgetheilt. Doch dieſes iſt eine ganz irrige Meinung; denn meiſtentheils ſind die Winde ſogar viel kälter als ſelbſt der Schnee. Sie behalten aber ihre Kälte, weil der Schnee ſie verhindert, ſich auf Koſten der Erde zu erwärmen, und dieſes beweißt den großen Nutzen des Schnees, die Wärme der Erde in kalten Climaten im Winter zu erhalten.

Merkwürdig iſt es, daß dieſe Winde ſelten von den Polen gerade gegen den Aequator zu wehen, ſondern meiſtens vom Lande gegen die See zu. Auf

der Ostküste von Nord-Amerika wehren die kalten Winde von Nord-West; auf der Westküste von Europa hingegen wehen sie von Nord-Ost.

Daß sie gerade nach den Gegenden hin wehen, wo sie die Wärme, die sie suchen, am leichtesten erhalten können, ist gar nichts außerordentliches; ferner daß sie nach und nach aufhören und verschwinden, wenn sie durch die Berührung mit den Gewässern des Oceans erwärmt worden sind, stimmt gleichfalls mit der Natur und den Ursachen ihrer Bewegung überein, und wenn ich eine Hypothese über den vorzüglichsten Nutzen der Meere, oder über den Grund, warum das Verhältniß des Wassers auf unserm Erdboden, gegen das Land betrachtet, so überwiegend ist, wagen darf, so besteht sie darinn: daß dieses Uebergewicht des Wassers dazu dient, eine gleichere Temperatur in den verschiedenen Climaten zu erhalten, indem durch das Wasser die Winde, die zu gewissen Perioden über die großen Continente hin wehen, dadurch entweder erwärmt oder abgekühlt werden.

Daß kalte Winde, wenn sie über das Meer streichen, dadurch viel milder werden, und daß sehr warme Winde durch die Berührung mit dem Was-

ser

ser desselben abgekühlt werden, ist ganz gewiß; eben so gewiß ist es auch, daß die See-Winde, in allen Climaten viel temperirter als die Land-Winde sind.

Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, daß das milde Clima von Groß-Britannien und Irrland durch die Trennung dieser Inseln vom festen Lande, mittelst einer so großen Wasserfläche entsteht; und in allen ähnlichen Fällen, bringen ähnliche Ursachen in jedem Theil des Erd-Körpers ähnliche Wirkungen hervor.

Die kalten Nord-West-Winde, die auf der Küste von Nord-Amerika im Winter herrschend sind, erstrecken sich über 100 See-Meilen vom Ufer, und immer findet man, daß sie, so wie sie sich vom Lande entfernen, immer weniger heftig, und weniger schneidend werden.

Diese periodischen Winde, die über die Continente von Europa und Nord-Amerika wehen, sind vorzüglich gegen das Ende des Februars und im März herrschend, und ich sehe ein, daß, wenn sie vorzüglich im März sehr heftig wehen, und wenn um diese Zeit der Boden gut mit Schnee bedeckt ist,

die-

dieſes zu einem baldigen Frühling, und zu ſeinem fruchtbaren Sommer vieles beyträgt. Die ganze Atmoſphäre der Polar Gegenden wird durch dieſe Winde nach und nach in den Ocean getrieben, dort erwärmt, und mit Waſſer geſättigt. Da nun eine große Anhäufung der Luft auf der See eine natürliche Folge dieſer lang anhaltenden Winde vom Ufer her iſt, ſo breitet ſich dann, ſobald jene Winde aufgehört haben, die auf der See angehäufte mildere Luft über das Land weit und breit aus, und unterſtützt die wiederkehrende Sonne, um die Erde von ihrer Winterbekleidung zu befreyen, und die mannichfaltigen Schönheiten des neugebohrnen Jahres ſchneller zu verbreiten.

Die wärmere Luft, die von dem Meere landeinwärts ſtrömt, hat ihre Wärme durch die Berührung mit dem Ocean erhalten, und iſt folglich mit Waſſer geſättigt; hieraus entſtehen die warmen Platzregen im April und May, die zu einem fruchtbaren Jahre ſo nothwendig ſind.

Der Ocean kann als das große Reſervoir zur Ausgleichung der Wärme betrachtet werden; und ſein wohlthätiger Einfluß, eine gewiſſe Temperatur

in

in der Luft zu erhalten, wirkt in allen Jahres-Zeiten, und unter allen Climaten.

Die verzehrend-heißen Winde der Zona torrida werden durch die Berührung mit ihrem Gewässer abgekühlt; rückwärts, bringen nun die kühlen See-Winde, die fast in allen heißen Ländern zu gewissen Stunden des Tages nach dem Lande zu wehen, angenehme Kühlung, und zugleich neues Leben und Kraft für die Pflanzen, und Thiere, die durch die brennende Sonnenhitze so entkräftet waren, mit. Welcher große Strich Landes, der jetzt der fruchtbarste auf der Erde ist, würde nicht durch die übermäßige Hitze durchaus verdorren und unbewohnbar werden, wären nicht diese kühlenden See-Winde! Ja es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Extreme von Wärme und Kälte der verschiedenen Jahreszeiten in der temperirten und kalten Zone ganz unerträglich seyn würden, erhielte der Ocean nicht eine gewisse gleichförmige Temperatur.

Zu allen diesen Absichten ist der Ocean vorzüglich gut eingerichtet, nicht blos wegen der großen Kraft des Wassers, Wärme zu absorbiren, und wegen der großen Tiefe und Ausbreitung der ver-

verschiedenen Meere (die so beträchtlich ist, daß Ein Sommer oder Winter diese ungeheure Masse kaum merklich erwärmen oder abkühlen kann); sondern auch wegen der immerwährenden Circulation, die im Ocean durch die darinn herrschenden Strömungen bewirkt wird.

Die Gewässer der heißen Zone werden durch diese Strömungen zu den Polar-Gegenden geführt, werden dort durch die Berührung mit dem kalten Winde abgekühlt, und indem sie so ihre Wärme jenen unwirthbaren Gegenden mitgetheilt haben, kehren sie nach dem Aequator zurück, und bringen Kühlung für jene verzehrenden Climate mit.

Die Weisheit und Güte der Vorsehung ist oft in Hinsicht auf die Vertheilung des Landes und Wassers auf der Oberfläche unserer Erde bezweifelt worden, indem man die große Ausbreitung des Oceans als einen Beweis der geringen Aufmerksamkeit, die bey dieser Vertheilung auf den Menschen sey genommen worden, ansah. Allein je mehr Beleuchtung wir über die wirkliche Anordnung der Dinge, und über den mannichfaltigen Nutzen der verschiedenen Theile der sichtbaren Schöp-

Schöpfung erhalten; um deſto vorſichtiger werden wir ſeyn, um nicht ſolche voreilige Urtheile zu fällen.

IX.

IX.

Unterſuchung der durch Friction erzeugten Wärme.

Unterſuchung
der
durch Friction hervorgebrachten Wärme.

Vorgeleſen in der Königl. Societät d. Wiſſenſchaften
den 25. Januar 1798.

Oft fügt es ſich, daß ſich bey den gewöhnlichen Beſchäftigungen und Handthierungen des Lebens, Gelegenheiten darbieten, mehrere merkwürdige Operationen der Natur zu beobachten; ja ſehr oft können die intereſſanteſten phyſikaliſchen Verſuche beynahe ohne irgend eine Mühe oder Ausgabe mittelſt der Maſchinerien angeſtellt werden, die man blos zu den mechaniſchen Zwecken der Künſte und Manufacturen vorgerichtet hat.

Oft hatte ich Gelegenheit, dieſe Beobachtung zu machen, daß ein heller Blick auf alles, was bey

den gewöhnlichen Geſchäften des Lebens vorgeht, mag es nun durch Zufall, oder durch die Forſchungen einer heitern Phantaſie bewirkt werden, oft nützlichere Zweifel, und hellere überſchauende Entwürfe für Forſchungen und Verbeſſerungen veranlaßt hat, als alle die tiefen Forſchungen der Philoſophen, in den Stunden, die beſtimmt jenen Speculationen gewidmet wurden.

Zufall war es, der mich zu den Verſuchen, die ich jetzt anführen werde, führte; ſollten ſie auch nicht wichtig genug ſeyn, und ihrer ſo weitläuftig zu erwähnen, ſo ſchmeichle ich mir doch daß man ſie in mehrerer Rückſicht für intereſſant, und der öffentlichen Bekanntmachung nicht unwürdig halten wird.

Da ich vor kurzem die Ober-Aufſicht des Kanonen-Bohrens im Zeughauſe zu München hatte, ſo überraſchte mich der beträchtliche Wärme-Grad, den eine metallene Kanone in kurzer Zeit, beym Bohren erhält; mehr aber noch, die weit größere Wärme der metallenen Späne (deren Wärme die des ſiedenden Waſſers überſtieg, wie ich durch Verſuche fand) die durch das Bohren abfielen.

Je

Je mehr ich über dieſe Phänomene nachdachte, deſto mehr ſchienen ſie mir alle Aufmerkſamkeit zu verdienen. Eine ſtrenge Unterſuchung derſelben ließ mich ſogar einen tiefern Blick in die verborgene Natur der Wärme erwarten, und ſcheint uns in den Stand zu ſetzen, vernünftige Muthmaßungen über die Exiſtenz, oder Nicht-Exiſtenz eines feurigen Fluidums anzuſtellen, ein Gegenſtand, worüber die Meinungen der Philoſophen zu allen Zeitaltern ſehr getheilt waren.

Um deſto deutlicher und beſtimmter die Ideen von den Speculationen und Schlüſſen einſehen zu können, die dieſe Erſcheinungen in mir erweckten, ſo wie von den Gegenſtänden der phyſikaliſchen Unterſuchung, die ſie mir einflößten, — ſo muß ich um Erlaubniß bitten, ſie ſo ganz aus einander ſetzen zu können, wie ich es zur Erreichung meines Zwecks am dienlichſten halte.

Woher kömmt die Hitze, hervorgebracht durch die gegenwärtige mechaniſche Operation?

Entſteht ſie aus den metallnen Spänen, die durch den Bohrer von der übrigen feſten Metall-Maſſe getrennt werden?

Wäre

Wäre dieß der Fall, ſo müßte nach der neuern Lehre der latenten Wärme und des Wärmeſtoffs, die Wärme-Capacität der Theile des Metalls, welches ſo in Späne verwandelt worden, nicht nur verändert worden ſeyn, ſondern die daraus entſtandene Veränderung müßte auch groß genug ſeyn, um alle die vorgebrachte Hitze daraus zu erklären.

Doch eine ſolche Veränderung konnte nicht Statt gehabt haben; denn ich fand, da ich gleiche Quantitäten an Gewicht von dieſen Spänen, und von dünnen Blättchen, die von demſelben Metall-Stück mittelſt einer feinen Säge getrennt worden waren, nahm, und ſie, bey gleicher Temperatur (der des kochenden Waſſers) in gleiche Quantitäten kaltes Waſſer von 59°½ Fahr. that, daß das Waſſer, in welchem ſich die Späne befanden, allem Anſchein nach, weder mehr noch weniger erhitzt worden war, als die andere Portion, in welche ich die feinen Metall-Blättchen gethan hatte.

Dieſer Verſuch wurde mehreremal wiederholt, und die Verſuche blieben ſich immer beynahe ſo gleich, daß ich nicht entſcheiden konnte, ob und welche Veränderung im Metall, in Hinſicht auf ſeine Wärme-Capacität, dadurch, daß es durch das Boh-

Bohren in Späne verwandelt worden war, hervorgebracht worden ſey *).

*) Da dieſe Verſuche ſo wichtig ſind, ſo iſt es vielleicht nicht unangenehm, auch die Details davon anzuführen.

Einer davon war folgender: Zu 4590 Gran Waſſer, von 59½° Fahr. Temperatur, wurden 1016⅔ Gran fein abgefeilte Metall-Späne gethan, deren Temperatur 210° F. betrug. Nachdem beydes 1 Minute zuſammen geblieben, und mit einem hölzernen Stäbchen wohl umgerührt worden war, ſo betrug die Wärme der Miſchung 63°.

Zufolge dieſes Verſuches, verhält ſich die ſpecifiſche Wärme des Metalls, zu der des Waſſers (nach der Crawfords Regel) wie 0,1100 zu 1,0000.

Ein folgender Verſuch, der mit den metallenen Späne angeſtellt wurde, war folgender:

Zu derſelben Quantität Waſſer, wie in dem vorhergehenden Verſuche, von derſelben Temperatur (59½°) in denſelben zinnernen Cylinder, wurden jetzt 1016⅔ Gran Bohrſpäne, aus derſelben Kanone, von welcher die obigen Schnittchen genommen wurden, und von derſelben Temperatur (210°) gethan. Die Wärme der Miſchung betrug nach 1 Minute, gerade wie zuvor, 63°; folglich war die ſpecifiſche Wärme dieſer Bohr-Späne = 0,1100. Jeder der obigen Verſuche wurde 3 mal wiederholt, und beynahe immer mit denſelben Reſultaten.

Hier-

Hieraus iſt es klar, daß die erzeugte Wärme wahrſcheinlich nicht auf Koſten der latenten, Hitze der metallenen Späne konnte erregt worden ſeyn. Doch, da ich nicht Willens war, mich bey dieſen Verſuchen, ſo entſcheidend ſie mir auch zu ſeyn ſchienen, zu beruhigen, ſo ſtellte ich folgenden, noch entſcheidendern Verſuch an.

Ich nahm eine Kanone (einen meſſingenen Sechs-Pfünder), feſt gegoſſen, und rauh, wie er aus der Stück-Gießerey kam, (S. Fig. 1. Tab. IV.) ließ ſie horizontal in die Bohr-Maſchine ſpannen, und nachdem die Kanone von außen abgedreht war, (ſ. Fig. 2.) ſo ließ ich ihre Extremität abſchneiden; hierauf wurde das Metall an dieſer Stelle abgedreht, wodurch ein feſter Cylinder entſtand, $7\frac{1}{4}$ Zoll im Diameter und $9\frac{8}{10}$ Zoll lang; der, da er fertig war, mit der übrigen Kanone durch einen kleinen cylindriſchen Hals, nur $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und $3\frac{8}{10}$ Z. lang, vereinigt blieb.

Dieſer kurze Cylinder, der durch Hülfe des Halſes, mittelſt dem er mit der Kanone vereinigt war, in ſeiner horizontalen Lage erhalten, und damit um ſeine Achſe gedreht wurde, wurde nun mit dem gewöhnlichen horizontalen Kanonen-Bohrer ge-

gebohrt; allein die Bohrung, die 3,7 Zoll im Diameter betrug, war, anſtatt durch den ganzen Cylinder (9,8 Zoll) zu gehen, nur 7,2 Zoll lang; ſo daß dieſer hohle Cylinder einen feſten Boden behielt, der 2,6 Zoll ſtark war.

Dieſe Höhlung im Cylinder iſt durch die punktirten Linien in Fig. 2. angegeben, gleichfalls auch Fig. 3. nach vergrößertem Maaßſtabe.

Dieſer Cylinder war ausdrücklich dazu beſtimmt, durch Reibung Hitze zu bewirken, indem ein ſtumpfer Bohrer, der durch Pferde um ſeine Achſe gedreht wurde, gegen den feſten Boden des Cylinders gedrückt wurde. Damit nun die angehäufte Hitze im Cylinder von Zeit zu Zeit könnte gemeſſen werden, ſo wurde ein ſchmales rundes Loch (f, d, e. Fig 3) bloß 0,37 Zoll im Durchmeſſer, und 4,2 Zoll tief, — um dahinein ein kleines cylindriſches Queckſilber-Thermometer zu halten — perpendicular nach der Achſe des Cylinders zu gemacht, mitten in dem feſten Theil des Metalls, welcher den Boden des Bohrloches bildete.

Der cubiſche Inhalt dieſes hohlen Cylinders, den cylindriſchen Hals, wodurch er mit der Kanone ver-

verbunden war, nicht mit gerechnet, betrug 385$\frac{3}{4}$ Cub. Zoll Engl. Maaß, ſein Gewicht aber 113,13 Pund Avoir du pois. Dieſe Beſtimmungen fand ich, da ich ihn am Ende der Verſuche, da er von der Kanone, an welcher er während den Verſuchen noch hieng *), getrennt war, wog.

Verſuch No. 1.

Dieſer Verſuch wurde angeſtellt, um auszumitteln, wie viel Hitze durch Reibung wirklich erzeugt würde, wenn ein ſtumpfer ſtählerner Bohrer ſo ſtark (mit-

*) Damit man mir nicht Verſchwendung bey meinen phyſikaliſchen Unterſuchungen Schuld giebt, ſo muß ich anführen, daß die Kanone, die ich bey den Verſuchen brauchte, dadurch nicht unbrauchbar wurde. Der kurze hohle Cylinder, der am Ende der Kanone ſich bildete, wurde aus dem cylindriſchen Stücke Metall, von 2 Fuß Länge, welches über den eigentlichen Kopf der Kanone hinausragt, und der verlorne Kopf heißt, gedrehet, (ſ. Fig. 1).

Dieſes hervorragende Stück, welches man, ehe die Kanone gebohrt wird, abſchneidet, wird deswegen gleich mit an die Kanone gegoßen, damit, durch den Druck ſeines Gewichtes auf das untere Metall in der Form, die Kanone nach dem Kopfe zu deſto compacter wird; denn, ohne dieſe Vorſicht, würde ſonſt das Metall leicht porös, und voller Löcher werden.

(mittelſt einer ſtarken Schraube) gegen den Boden der Bohrung im Cylinder gepreßt würde, daß der Druck ohngefähr einem Gewichte von 10,000 Pfund gleich wäre, indem der Cylinder ohngefähr 32 mal in einer Minute um ſeine Achſe gedreht wurde.

Die Maſchinerie, ſo wie ſie zum Verſuch vorgerichtet wurde, iſt durch Fig. 2. vorgeſtellt. W bedeutet eine ſtarke eiſerne Stange, die vermöge paſſender Maſchinerien durch Pferde gedrehet, die Kanone zugleich um ihre Achſe bewegte.

Um ſo ſehr als möglich, irgend einen Verluſt der Wärme, die ſich bey dem Verſuche erzeugte, zu verhüten, wurde der Cylinder mit einem dicken warmen Flannel gut bedeckt, der ſorgfältig darum geſchlagen war, und ihn auf allen Seiten gegen die kalte Luft der Atmoſphäre ſchützte. Dieſe Bedeckung iſt in Fig. 2. nicht angegeben.

Noch führe ich an, daß der Bohrer aus einem glatten Stück gehärteten Stahl beſtand, 0,63 Zoll dick, 4 Zoll lang, und beynahe ſo weit, als die Höhlung der Bohrung des Cylinders, (d. h. 3½ Zoll) war. Seine Ecken waren ſo abgerundet, daß er das hohle Bohrloch ausfüllte; und er war genau

an

an die eiſerne Stange (m) befeſtigt, die ihn an ſeinem Platze erhielt. Dieſer Bohrer, durch den Buchſtaben n bezeichnet, iſt in den meiſten Figuren mit vorgeſtellt.

Zu Anfang des Verſuches, betrug die Temperatur der Luft im Schatten, und folglich auch die des Cylinders, gerade 60° F.

Nach 30 Minuten, da ſich der Cylinder 960 mal um ſeine Achſe gedreht hatte, wurden die Pferde aufgehalten, und ein cylindriſches Queckſilber-Thermometer, deſſen Behälter $\frac{32}{100}$ eines Zolls im Diameter betrug, in das dazu gemachte Loch, auf der Seite des Cylinders geſtellt, wo das Queckſilber beynahe auf 130° ſtieg.

Ob man gleich nicht annehmen konnte, daß die Hitze in allen Theilen des Cylinders gleich vertheilt ſey, ſo konnte die durch das Thermometer angezeigte Wärme, da ſich das Behälter deſſelben von der Achſe des Cylinders, bis beynahe an ſeine Oberfläche erſtreckte von der der mittlern Temperatur des Cylinders nicht ſehr verſchieden ſeyn; und dieſes war auch die Urſache, daß ich zu dieſem Verſuche ein Thermometer von ſo beſonderer Form gewählt hatte.

Um

Um zu sehen, wie schnell die Hitze aus dem Cylinder entweichen würde (um daraus einen wahrscheinlichen Schluß über die Quantität, die, während daß die Wärme, die durch Reibung entstand, sich anhäufte, zu machen) wenn die ganze Maschinerie ruhte, so ließ ich das Thermometer ¾ Stunden an seinem Platze, und bemerkte und zeichnete nach kurzen Zwischenräumen, die Höhe der dadurch angezeigten Temperatur, auf.

Die Hitze, wie sie das Thermometer angab, betrug

Nach	4 Minuten.	126°
Nach	5 Min. immer von der ersten Beobachtung an gerechnet. . . .	125°
—	7 —	123°
—	12 —	120°
—	14 —	119°
—	16 —	118°
—	20 —	116°
—	24 —	115°
—	28 —	114°
—	31 —	113°
—	34 —	112°
—	37½ —	111°
und nach	41 Min.	110°

Jetzt

Jetzt ließ ich den Bohrer wegnehmen, und that den metalliſchen Staub, der bey dem Verſuche durch den ſtumpfen ſtählernen Bohrer abgerieben worden war, heraus; er wog, ſorgfältig gewogen, 837 Gran Apoth. Gewicht.

Iſt es nun möglich, daß eine ſo beträchtliche Hitze, welche in dieſem Verſuche erregt wurde (eine Quantität, welche die Temperatur von mehr als 113 Pfund Kanonen-Metall zum wenigſten um 70 Gr. Fahr. erhöhte; eine Temperatur, die fähig geweſen wäre, 6½ Pfund Eis zu ſchmelzen, oder gegen 5 Pfund eiskaltes Waſſer bis zum Kochen zu bringen) hätte durch eine ſo unbeträchtliche Menge metalliſchen Staub hervorgebracht werden können? und bloß zufolge einer Veränderung in ſeiner Wärme-Capacität?

Da das Gewicht dieſes Metall-Staubes (837 Gr. Apoth. Gew.) nicht mehr als $\frac{1}{9\,4\,8}$ des Gewichts des ganzen Cylinders betrug, ſo mußte er nicht weniger als 948 Grad Wärme verloren haben, um die Temperatur des Cylinders, nur um 1 Grad zu erhöhen; folglich mußte er nicht weniger als 66360 Grad Wärme abgegeben haben, um die in dieſem Verſuche erfolgten Wirkungen hervorzubringen.

Allein

Allein, ohne auf der Unwahrscheinlichkeit dieser Voraussetzung zu bestehen, brauchen wir uns bloß zu erinnern, daß nach den Resultaten der entscheidenden Versuche, die ausdrücklich zur Gewißheit dieses Factums angestellt wurden, die Wärme-Capacität des Metalls, woraus große Kanonen gegossen werden, nicht beträchtlich dadurch verändert wird, daß es durch das Bohren in Metall-Späne verwandelt wird; und daß kein Grund da zu seyn scheint, um anzunehmen, daß sie wenn das Metall durch einen stumpfen Bohrer in noch kleinere Stückchen zertheilt worden, sehr verändert werde, wenn sie überhaupt verändert wird.

Würde die Hitze, oder ein beträchtlicher Theil derselben, durch eine Veränderung der Wärme-Capacität in einem Theile des Metalls vom Cylinder erzeugt, so müßte sich, da eine solche Veränderung nur oberflächlich seyn könnte, der Cylinder nach und nach ganz erschöpfen; oder man würde durch successive Versuche finden, daß die Quantität der erzeugten Wärme, in einem gegebenen kurzen Zeitraum, nach und nach abnehmen würde. Um zu finden, ob dieses wirklich der Fall sey, wiederholte ich mit der äußersten Sorgfalt die letzterwähnten Versuche verschiedenemal; allein ohngeachtet

ret der großen Hitze, die dadurch abgeſetzt wurde, bemerkte ich nicht das geringſte Zeichen von Erſchöpfung im Metall.

Da ich ſo große Urſache hatte, zu ſchließen, daß die in dieſen Verſuchen erzeugte Wärme, oder erregte, wie ich mich lieber ausdrücken will, nicht auf Koſten der latenten Hitze oder des gebundenen Wärmeſtoffs des Metalls abgeſetzt wurde, ſo verfolgte ich meine Unterſuchungen einen Schritt weiter, und ſuchte auszumitteln, ob die Luft zur Erzeuguug derſelben etwas beytrüge oder nicht.

Verſuch No. 2.

Da die Bohrung des Cylinders cylindriſch, die eiſerne Stange (m) aber, an deren Ende der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befeſtigt war, viereckigt war, ſo hatte die Luft freyen Zutritt zu der innern Seite der Bohrung, ja ſelbſt zu dem Boden derſelben, wo die Reibung, wodurch die Hitze erregt wurde, Statt hatte.

Da weder die, durch das gewöhnliche Kanonen-Bohren erhaltenen Metall-Späne, noch die feinern ſchuppigen Theilchen, die durch das Reiben des ſtumpfen Bohrers beym vorigen Verſuche entſtan-

fanden, nicht die geringſte Spur von Calcination eigten, ſo begriff ich nicht, wie die Luft die Urſache er hervorgebrachten Hitze ſeyn könnte. Allein bey iner Unterſuchung dieſer Art, glaubte ich, müßte nan keine Mühe ſparen, und alle Hinderniſſe wegäumen, um ſo den Gegenſtand, ſo offen und bloß ls möglich, betrachten zu können.

Um durch einen entſcheidenden Verſuch darzuhun, ob die äußere Luft wirklich Theil an der Erzeugung der Hitze habe oder nicht, ſo ſchickte ich mich an, den obigen Verſuch unter Umſtänden zu wiederholen, wo es für die Luft offenbar unmöglich war, irgend eine Wirkung hervorzubringen. Durch einen Stempel, der genau in die Mündung der Bohrung des Cylinders paßte, und durch deſſen Mitte die viereckige eiſerne Stange, an deren Ende der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befeſtigt war, durch ein genau paſſendes viereckiges Loch lief, wurde der Zutritt der äußern Luft an die innere Fläche der Bohrung des Cylinders in der That verhindert. (In Fig. 3. ſieht man dieſen Stempel (p) in ſeiner Stelle; eben ſo auch in Fig. 7 und 8).

Allein ich fand durch dieſen Verſuch nicht, daß die Ausſchließung der Luft, die Quantität der durch Reibung erzeugten Hitze, auch nur im geringſten verminderte.

Noch blieb ein Zweifel übrig, den ich doch, ob er gleich kaum einige Aufmerkſamkeit zu verdienen ſchien, gern wegräumen wollte. Der Stempel, der die Mündung der Bohrung im Cylinder verſchloß, war, damit er luftdicht ſeyn möchte, ſo genau mittelſt lederner Ringe hineingepreßt worden, daß er, obgleich er mit Oehl beſtrichen war, doch wenn der hohle Cylinder um ſeine Achſe gedreht wurde, dadurch eine beträchtliche Reibung verurſachte. Konnte nun nicht die Hitze, oder wenigſtens ein Theil derſelben, durch dieſe Reibung des Stempels erregt worden ſeyn? Ferner, da die äußere Luft freyen Zutritt zu dem Ende der Bohrung, wo ſie mit dem Stempel in Berührung war, hatte, konnte da dieſe anſtreichende Luft nicht einigen Theil an der Erzeugung der Wärme haben?

Verſuch No. 3.

Ein länglich viereckiger waſſerdichter tännener Kaſten (ſ. Fig. 4.), $11\frac{1}{2}$ Engl. Zoll lang, $9\frac{9}{10}$ Z. weit, und $9\frac{9}{10}$ Z. tief, wurde in der Mitte der beyden Enden mit Oeffnungen verſehen, in deren eine die viereckige eiſerne Stange an deren Ende ſich der ſtumpfe ſtählerne Bohrer befand, genau paßte, in die andere aber wurde der kleine Hals, der den hohlen Cylinder mit der Kanone verband, gelegt. Hierauf

wur-

wurde der Kasten (der durch einen hölzernen Deckel mit Bändern verschlossen wurde) zu rechte gestellt, d. h. durch Hülfe der beyden verticalen Ausschnitte an den Seiten, die wieder durch kleine vertikal ausgeschnittene Bretterchen geschlossen wurden, wurde der Kasten, (g, h, i, k. Fig. 3.) so an die Maschinerie befestigt, daß sein Boden (i, k) horizontal stand, und seine Achse mit der Achse des hohlen metallnen Cylinders coincidirte; daraus ist klar, daß der hohle metallene Cylinder die Mitte des Kastens einnahm, ohne auf irgend einer Seite anzustoßen (wie man aus Fig. 3. sieht), so daß, wenn man Wasser in den Kasten goß, und ihn bis an den Rand anfüllte, der Cylinder durch dieses Fluidum vollkommen umringt und bedeckt war. Ferner, da der Kasten durch die starke eiserne Stange fest gehalten wurde, die in ein viereckiges Loch in dem Centrum einer ihrer Enden lief (a. Fig. 4.), indeß der cylindrische Hals, der den hohlen Cylinder mit der Kanone verband, sich in dem Loche auf der andern Seite des Kastens frey um seine Achse drehen konnte; so sieht man hieraus, daß man die Maschine in Bewegung setzen konnte, ohne zu befürchten, den Kasten dadurch von seiner Stelle zu heben, Wasser heraus zu schütten, oder irgend einen Theil des Apparats in Unordnung zu bringen.

Da alles fertig war, ſo unternahm ich den von mir entworfenen Verſuch auf folgende Art:

Der hohle Cylinder wurde ſorgfältig von innen gereinigt, mit einem reinen Tuche dann ſo lange abgetrocknet, bis er ganz trocken war, und die viereckige eiſerne Stange, mit dem ſtumpfen ſtählernen Bohrer an ihrem Ende, an ihren Platz gelegt; zu gleicher Zeit wurde die Mündung der Bohrung im Cylinder durch den runden Stempel, durch deſſen Mitte die eiſerne Stange lief, verſchloſſen.

Hierauf wurde der Kaſten zurechte geſtellt. Die Stellen, wo ſich die eiſerne Stange, und der cylindriſche Hals mit an den Kaſten ſchloß, wurden durch Ringe von geöhltem Leder waſſerdicht gemacht, der Kaſten mit kaltem Waſſer gefüllt (von 60° Temperatur) und die ganze Maſchine in Bewegung geſetzt.

Das Reſultat dieſes ſchönen Verſuchs war ſehr überraſchend, und das mir dadurch gewährte Vergnügen belohnte mich hinlänglich für alle die Mühe, die ich angewendet hatte, um die hierzu nöthige Maſchine, die ſo verwickelt war, anzuordnen, und zuſammenſetzen zu laſſen.

Der Cylinder, der ſich 32 mal in einer Minute um ſeine Achſe drehte, war noch nicht lange in Bewe-

wegung gesetzt, als ich, da ich die Hand in das Wasser tauchte, und die Oberfläche des Cylinders berührte, bemerkte, daß sich Wärme erzeugte; es dauerte nun nicht lange, so wurde auch das Wasser um den Cylinder herum schon beträchtlich warm.

Nach 1. Stunde, als ich ein Thermometer in das Wasser im Kasten tauchte, (das Gewicht des Wassers betrug 18,77 Pfund [avoir du pois] oder 2¼ Gallonen Wein-Maaß) so fand ich, daß die Temperatur um 47 Grad gestiegen war; indem sie jetzt 107° Fahr. betrug.

Nach Verlauf von 30. Minut., oder 1 Stunde 30. Min. vom Anfange des Versuchs an gerechnet, betrug die Hitze des Wassers im Kasten 142°.

Nach 2 Stunden, vom Anfange dieses Versuches an gerechnet, war die Temperatur des Wassers bis auf 178° gestiegen.

Nach 2 Stunden 20 Min. betrug sie 200°; und nach 2 Stunden 30 Min. kochte das Wasser wirklich!

Die Ueberraschung und das Staunen der Umstehenden, solch eine Wasser-Masse ohne Feuer zum Kochen gebracht zu sehen, war über alle Beschreibung groß.

Ob-

Obgleich nun eigentlich in dieſer ganzen Erſcheinung nichts überraſchendes lag, ſo geſtehe ich doch offen, daß ſie mir ein wahres kindiſches Vergnügen gewährte; welches ich, ſobald ich nach dem Ruhm eines ernſten Philoſophen ſtrebte, eher verbergen, als entdecken ſollte.

Die Quantität der Wärme, die ſich während dieſes Verſuchs erzeugt und angehäuft hatte, war ſehr beträchtlich; denn nicht bloß das Waſſer in dem Kaſten, ſondern auch der Kaſten ſelbſt (der 15½ Pfund wog) ferner der hohle metallene Cylinder, und der Theil der eiſernen Stange, der innerhalb des Kaſtens im Waſſer hieng, waren 150° Fahr erhitzt; nemlich von 60° (welches die Temperatur des Waſſers und der Maſchinerie im Anfange des Verſuches war) bis zu 210°, oder dem Grade, wo das Waſſer in München kocht.

Die ganze Quantität der erzeugten Wärme kann mit ziemlicher Genauigkeit auf folgende Art geſchätzt werden.

Von der erregten Hitze scheint sich wirklich angehäuft zu haben.	Quantität des Eiskalten Wassers, welches durch die gegebene Quantität Wärme, 180° oder bis zum Sieden erhitzt worden wäre. —
In dem, im hölzernen Kasten enthaltenen Wasser, 18¾ Pfund Avoir du pois, erhitzt um 150°, nemlich, von 60° bis 210° Fahr. Pfund	15,9
In 113,13 Pfund Kanonen-Metall, (der hohle Cylinder) 150° erhitzt; und da die Wärme-Capacität dieses Metalls sich zu der des Wassers verhält wie 0,1100 zu 1,0000, so würde diese Quantität Wärme 12½ Pfund Wasser bis zu demselben Grad erhitzt haben.	10,37
In 36,75 Cubik-Zoll Eisen (der Theil der eisernen Stange, an der der Bohrer befestigt war, und die sich im Kasten befand) 150° erhitzt; welches in Ansehung der Wärme-Capacität 1,21 Pfund Wasser gleich gerechnet werden kann.	1,01
NB. Sowohl die in dem hölzernen Kasten angehäufte Wärme, als die während des Versuchs verloren gieng, ist hier nicht mitgerechnet worden.	
Total Quantität des Eiskalten Wassers, die durch die, durch Reiben erzeugte; und während 2 Stunden 30 Minten angehäufte Hitze, hätte können bis zu 180° erhitzt, oder bis zum Kochen gebracht werden.	26,58

Aus-

Aus der Quantität von Hitze, die in dem vorhergehenden Verſuche hervorgebracht wurde (die wir kennen) und der Zeit, in der ſie ſich erzeugte, können wir nun die Schnelligkeit ihrer Production finden, und beſtimmen, wie viel Feurung, bey gleichem Brande, wäre verzehrt worden, um durch Verbrennung dieſelbe Quantität Wärme, in derſelben Zeit hervorzubringen.

In einem Verſuche von Dr. Crawford (ſ. deſſen Tractat über die Wärme p. 321) wurden 37 Pfund 7 Unz. Apoth. Gew. Waſſer = 181920 Gran Waſſer, $2\frac{1}{10}$ Grad Fahr. durch eine Verbrennung von 26 Gran Wachs erwärmt. Dies giebt 382032 Gran Waſſer erwärmt um 1°, durch 26 Gran Wachs; oder $14693\frac{1}{13}$ Gran Waſſer um 26 Grad, oder $^{1}\frac{4}{1}\frac{2}{8}\frac{2}{0}\frac{3}{3}$ = 81,631 Gran Waſſer, um 180 Grad erhitzt, durch die Wärme, die ſich während dem Verbrennen von 1 Gran Wachs erzeugt.

Die Quantität des eiskalten Waſſers, die durch die, durch Reibung erregte Hitze in dem kurz erwähnten Verſuche, 180° war erhitzt worden, betrug, wie wir fanden 26,58 Pfund Avoir du pois = 188060 Gran. Da nun 81,631 Gran Eiskaltes Waſſer zur Erhöhung der Temperatur bis 180°, eine Hitze, die ſich durch das Verbrennen von 1

Gran

Gran Wachs entwickelt, erfodert; so würde die vorige Quantität eiskaltes Wasser (nemlich 188060 Gran) die Verbrennung von nicht weniger als 2303,8 Gran (= $4\frac{8}{16}$ Unz. Apoth. Gew.) Wachs erfodert haben, um 180 Grad erhitzt zu werden.

Da der Versuch (No. 3.), in welchem die gegebene Quantität Wärme durch Reibung hervorgebracht wurde, 2 Stunden 30 Min = 150 Minuten dauerte, so muß man — um auszumitteln, wie viele Wachs-Lichter neben einander brennen müssen, um durch ihr Verbrennen eine gleiche Quantität Wärme in derselben Zeit, und folglich mit derselben Geschwindigkeit, wie bey dem durch das Reiben angestellten Versuche hervorzubringen — sowohl die Größe der Körper, als auch die Quantität Wachs, die jede Kerze in einer gegebenen Zeit verzehrt, bestimmen und kennen.

Jetzt fand ich nun durch einen Versuch, den ich zu dieser Absicht anstellte, daß wenn ein gutes Wachs-Licht; von mittlerer Größe, $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, mit einer hellen Flamme brennt, gerade 49 Gran Wachs in 30 Minuten aufgezehrt werden. Hieraus folgt, daß ein solches Licht in 150 Minuten 245 Gran Wachs aufzehrt, and daß, um die nöthige Quantität Wachs (= 2303,8 Gran)

zu

zu verbrennen, die nöthig iſt, um eine gleiche Quantität Wärme, wie ſie in dem erwähnten Verſuche durch Reibung erzeugt wurde, und in derſelben Zeit (159 Minut.) hervorzubringen, 9 Wachs-Lichter, zugleich brennend, nicht hinreichen würden; denn 9 multiplicirt in 245 (die Zahl von Granen, die jedes Licht in 150 Minuten verzehrte) giebt nicht mehr als 2205 Gran; da doch, um jenen Grad der Hitze zu erreichen, 2303,8 Gran erfoderlich waren.

Aus dem Reſultate dieſer Rechnungen erhellet, daß die Quantität, der durch Reibung in obigem Verſuche gleichförmig hervorgebrachten Hitze größer war, als die durch das Verbrennen von 9 Wachs-Lichtern ($\frac{3}{4}$ Zoll ſtark) erhaltene, die zu gleicher Zeit mit heller Flamme brennten.

Da die bey dem obigen Verſuche angewendete Maſchinerie, ſehr leicht durch Ein Pferd in Bewegung erhalten werden konnte (ob ich gleich zur Erleichterung 2 Pferde angewendet hatte) ſo zeigen dieſe Berechnungen ferner, welch eine Quantität von Wärme, durch eine dazu paſſende mechaniſche Vorrichtung, bloß durch die Kräfte eines Pferdes, ohne Licht, Feuer, Verbrennung, oder chemiſche Decompoſition, können hervorgebracht werden; ſo daß man im Nothfall, die auf dieſe Art erregte

Wär-

Wärme, selbst zum Kochen von Lebensmitteln brauchen könnte.

Doch läßt sich kein Umstand gedenken, in dem diese Art Wärme zu schaffen, nicht unvortheilhaft seyn würde; denn, selbst aus dem Futter für das Eine Pferd, als Feurung gebraucht, würde man mehr Wärme bekommen.

Sobald der letzt erwähnte Versuch (No. 3) beendigt war, wurde das Wasser aus dem hölzernen Kasten gelassen, und er selbst weggenommen. Hierauf wurde der Bohrer aus dem Cylinder gethan, das schuppige metallische Pulver, welches in der Höhlung des Cylinders entstanden war, gesammelt, und da es sorgfältig gewogen wurde, fand man sein Gewicht = 4145 Gran, oder gegen 8⅔ Unzen Apoth. Gewicht.

Da diese Quantität in 2½ Stunden hervorgebracht wurde, so giebt dies 824 Gran für die halbe Stunde.

Bey dem ersten Versuche, der nur ½ Stunde währte, betrug die erhaltene Quantität 837 Gran.

Bey dem Versuch No. 1. war die Quantität der in einer halben Stunde erzeugten Wärme dergleich, die nöthig war, um 5 Pfund Avoir du pois Eiskaltes Wasser 180°, oder bis zum Siede-Punkt, zu erhitzen.

Zu-

Zufolge des Reſultats des dritten Verſuches würde die in einer halben Stunde erzeugte Wärme 5,31 Pfund Eiskaltes Waſſer bis zum Kochen erhitzt haben. Da bey dem letzterwähnten Verſuche die erregte Wärme mehr eingeſchloſſen war, ſo gieng weniger davon verlohren; dieſes bewirkte die Verſchiedenheit der Reſultate beyder Verſuche.

Noch muß ich einen Verſuch anführen, der mit dieſem Apparat angeſtellt wurde. Durch den Verſuch No. 1. fand ich, wie viel ſich Wärme beym freyen Zutritt der Luft an die metallenen Flächen, die an einander gerieben wurden, erzeugte. Beym Verſuch No 2. fand ich, daß die Quantität der erregten Wärme, durch den ausgeſchloſſenen Zutritt der freyen Luft nicht ſehr vermindert wurde; aus dem Reſultate des Verſuches No 3. erhellete, daß die Erzeugung der Wärme dadurch, daß der Apparat in Waſſer getaucht war, nicht verhindert, oder verzögert wurde. Da aber, bey dieſem letzten Verſuche, das Waſſer, ob es gleich den hohlen metallenen Cylinder allenthalben umgab, doch nicht in ſeine ausgehöhlte Bohrung (durch den Stempel daran verhindert) kommen, und folglich nicht in Berührung mit den metallenen Oberflächen, wo ſich die Wärme erzeugte, treten konnte; ſo machte ich, um zu ſehen, welche Wirkungen der freye Zutritt

des

des Waſſers zu dieſen Flächen hervorbringen würde, den

Verſuch. Nr. 4.

Der Stempel, der das Ende der Bohrung im Cylinder verſchloß, wurde herausgenommen, der ſtumpfe Bohrer wieder in den Cylinder gebracht, der Kaſten mit Waſſer gefüllt, wieder an ſeiner Stelle befeſtigt, und die ganze Maſchinerie wieder in Bewegung geſetzt.

Allein es fand ſich bey dem Reſultate dieſes Verſuches nichts, weswegen ich bey der Erklärung deſſelben weitläuftig zu ſeyn brauchte. Wärme erzeugte ſich, wie bey den vorigen Verſuchen, und ſelbſt, allem Anſcheine nach, auch eben ſo ſchnell; ja ich zweifle nicht, daß das Waſſer im Kaſten ſelbſt zum Sieden wäre gebracht worden, hätte dieſer Verſuch ſo lange als der vorige gedauert. Der einzige Umſtand, der mir auffiel, war der geringe Unterſchied des Geräuſches, den der Bohrer, da die Bohrung im Cylinder doch mit Waſſer angefüllt war, jetzt machte. Das ſchabende Geräuſch, welches ſchneidend, und manchmal faſt unerträglich für das Ohr war, war, ſo viel ich beurtheilen konnte, jetzt beynahe eben ſo hell, und unangenehm, als

vor-

vorher, wo die ſich reibenden Flächen bloß der Luft ausgeſetzt waren.

Denken wir über die Reſultate aller dieſer Verſuche nach, ſo führen ſie uns natürlich zu der großen Frage, die ſchon ſo oft ein Gegenſtand der Speculationen der Philoſophen war; nemlich:

Was iſt Wärme? — Giebt es ein feuriges Fluidum? — Giebt es etwas, das man mit Recht Wärmeſtoff nennen kann?

Wir ſehen, daß eine beträchtliche Quantität Wärme durch die Aneinander-Reibung zweyer metalliſchen Flächen entſteht, und ohne Unterbrechung, und ohne Zeichen von Verminderung oder Erſchöpfung, in einem beſtändigen Strom nach allen Richtungen abgeſetzt wird.

Woher kam die Wärme, die auf dieſe Art in den vorhergehenden Verſuchen beſtändig abgeſetzt wurde? Wurde ſie durch die kleinen Metall-Theilchen, die durch das Aneinander-Reiben der feſten Metall-Körper entſtanden, gebildet? Dieſes war, wie wir ſchon oben ſahen, wahrſcheinlich nicht der Fall.

Wurde ſie durch die Luft erzeugt? Auch dieſes konnte der Fall nicht ſeyn; denn bey den drey Verſuchen, wo die Maſchine unter Waſſer ſtand, wurde der Zutritt der äußern Luft hinlänglich verhindert.

Wur-

Wurde ſie durch das Waſſer, das die Maſchine
igab, abgegeben? Daß auch dieſes der Fall
ht ſeyn konnte, iſt klar: Erſtens, weil das
aſſer beſtändig Wärme von der Maſchine erhielt,
d folglich nicht von demſelben und an den-
ben Körper zugleich Wärme geben, und von
n annehmen konnte; Zweytens, weil das
aſſer in keinem ſeiner Theile dadurch chemiſch
componirt worden war. Hätte eine ſolche Decom-
ſition Statt gehabt, (welches gar nicht mit
rund zu erwarten war) ſo müßte eine von deſſen
aſtiſchen Flüſſigkeiten (am wahrſcheinlichſten inflam-
able Luft oder Waſſerſtoffgas) zugleich dadurch in
reyheit geſetzt worden ſeyn, und wäre, indem es
die Luft hätte entweichen wollen, dadurch entdeckt
orden; allein ob ich gleich alles in Bereitſchaft ge-
tzt hatte, um die entſtehenden Luftblaſen ſogleich
ufzufangen, ſo konnte ich doch keine bemerken; auch
igte ſich im Waſſer durchaus kein Zeichen der De-
mpoſition, oder eines andern chemiſchen Prozeſſes.

Iſt es möglich, daß die Wärme durch die eiſerne
Stange, an deren Ende der ſtählerne Bohrer ſaß,
itte entſtehen können? oder durch den kurzen Hals,
odurch der hohle Cylinder mit der Kanone vereinigt
ar? Dieſe Vorausſetzungen ſind noch unwahr-
heinlicher als die obigen; denn die Wärme gieng,

ſo

ſo lange der Verſuch dauerte, durch dieſe beyden Paſſagen, immer aus der Maſchine heraus.

Wenn wir über dieſen Gegenſtand Schlüſſe machen, ſo dürfen wir den merkwürdigen Umſtand nicht vergeſſen, daß die Quelle der durch Reibung erzeugten Wärme, bey allen dieſen Verſuchen, offenbar als unerſchöpflich erſchien.

Kaum iſt es nöthig zu bemerken, daß ein Etwas, welches von einem iſolirten Körper, oder einem Syſtem von Körpern, ohne Gränzen mitgetheilt wird, ohnmöglich eine materielle Subſtanz ſeyn kann: und es ſcheint mir ſehr ſchwer, wo nicht ganz unmöglich zu ſeyn, ſich eine beſtimmte Idee von einem Etwas zu machen, das fähig wäre, ſo, wie die Wärme in den vorigen Verſuchen, erregt und mitgetheilt zu werden; es müßte denn die Bewegung ſeyn.

Ich bin weit entfernt mir anmaaßen zu wollen, zu wiſſen, wie, oder durch welche Mittel, oder mechaniſche Vorrichtungen, jene beſondere Art von Bewegung in den Körpern, welche, wie man angenommen hat, die Wärme bildet, erregt, unterhalten und fortgepflanzt wird, und ich will mich nicht bey einem Gegenſtande, den ſchon ſeit mehrern Jahrtauſenden die denkendſten Philoſophen umſonſt zu ergründen geſucht haben, länger aufhalten.

Allein,

Allein, obgleich der Mechanismus der Wärme zu den Geheimnissen der Natur gehören möchte, die unerreichbar für die menschliche Kenntniß sind, so muß uns doch dies keineswegs muthlos machen, oder unsern Eifer, den Gesetzen ihrer Wirkungen nachzuspüren zu suchen, durchaus nicht erschlaffen. Wie weit können wir nicht auf den Pfaden, die Wissenschaften uns öffnen, vorwärts schreiten, ehe wir uns in jene undurchdringliche Nebel eingehüllt sehen, die von allen Seiten den Horizont des menschlichen Wissens verbergen? Wie groß, und wie interessant, ist jedoch noch das Feld, daß sich unsern Forschungen darbietet!

Gewiß behauptete noch niemand bey gesundem Verstande, den Mechanismus der Gravitation ergründet zu haben; und dennoch, was machte unser unsterblicher Neuton nicht für erhabene Entdeckungen bloß dadurch, daß er den Gesetzen ihrer Wirkung nachspürte!

Die Wirkungen, die die Wärme in der Natur hervorbringt, sind wahrscheinlich eben so ausgebreitet, und eben so wichtig, als diejenigen, die durch die Tendenz materieller Partikeln gegen einander entstehen; und ohne Zweifel, sind ihre Operationen in allen Fällen, durch eben so unveränderliche Gesetze bestimmt.

Ehe ich dieſe Abhandlung ſchließe, muß ich noch bemerken, daß ich bey Behandlung des Gegenſtandes, den ich eben zu erforſchen ſuchte, weder die Namen derjenigen, die vor mir denſelben Weg betraten, noch den Erfolg ihrer Arbeiten angeführt habe; dieſes unterließ ich nicht aus Mangel an Achtung gegen meine Vorgänger, ſondern bloß um Weitläufigkeit zu vermeiden, und um deſto mehr Freyheit zu haben, ohne Unterbrechung dem natürlichen Gange meiner eigŭen Ideen zu verfolgen.

Beſchreibung der Figuren.

Fig. 1. zeigt die bey den Verſuchen gebrauchte anone, wie ſie aus der Stück-Gießerey kam.

Fig. 2. zeigt die bey den Verſuchen No. 1. ıd No. 2. angewendete Maſchinerie Man ſieht e Kanone in die gewöhnliche Bohr-Maſchine geannt, w bedeutet eine ſtarke eiſerne Stange, (die, ıs Erſparniß des Raums, hier abgebrochen erɔeint) die, vereinigt mit der Maſchinerie (hier nicht ıgegeben) welche durch Pferde herumgetrieben wird, e Kanone um ihre Achſe drehet.

m bedeutet eine ſtarke eiſerne Stange, an deı Ende der ſtumpfe Bohrer befeſtigt iſt, der gegen ı Boden des ausgebohrten kurzen hohlen Cylinrs, der durch den kleinen Hals mit dem Ende r Kanone verbunden iſt, gedrückt, durch Reibung e Wärme hervorbringt.

Fig. 3. zeigt, nach vergrößertem Maaßſtabe, nſelben hohlen Cylinder. Hier iſt er mit dem höl-rnen Kaſten (g, h, i, k,) der bey den Verſuchen o. 3. und No. 4., wo der hohle Cylinder ſich im Waſſer befand, gebraucht wurde, verbunden.

Beſchreibung der Figuren.

p, durch punktirte Linien bezeichnet, bedeutet den Stempel, der die Bohrung des Cylinders verſchloß.

n, zeigt den ſtumpfen Bohrer von der Seite.

d, e, bedeutet das kleine Loch, in welches das Thermometer geſtellt wurde, um die Wärme des Cylinders zu erforſchen. Um Raum zu erſparen, erſcheint die Kanone nahe am Kopf abgebrochen; und die eiſerne Stange, an der der ſtumpfe Bohrer befeſtigt iſt, erſcheint bey m abgebrochen.

Fig. 4. giebt eine perſpectiviſche Anſicht des hölzernen Kaſtens, von dem man Fig. 3. (ſſ. g, h, i, k.) einen Querſchnitt ſieht.

Fig 5. u. 6. zeigt den ſtumpfen Bohrer n, mit der eiſernen Stange m verbunden.

Fig. 7. u. 8. ſtellt denſelben Bohrer, mit der eiſernen Stange, und den Stempel vor, wie er bey den Verſuchen No. 2. und No. 3. zum Verſchließen der Mündung des hohlen Cylinders gebraucht wurde.

Verbeſſerungen.

Seite	7.	Zeile 11	lies richtig ſtatt unrichtig.
—	67.	— 15	l. welche ſt. welches.
—	68.	— 10	l. ſchmelzen ſt. zerſchmelzen.
—	150.	— 14	ſtreiche gewiß weg.

Taf. 1.

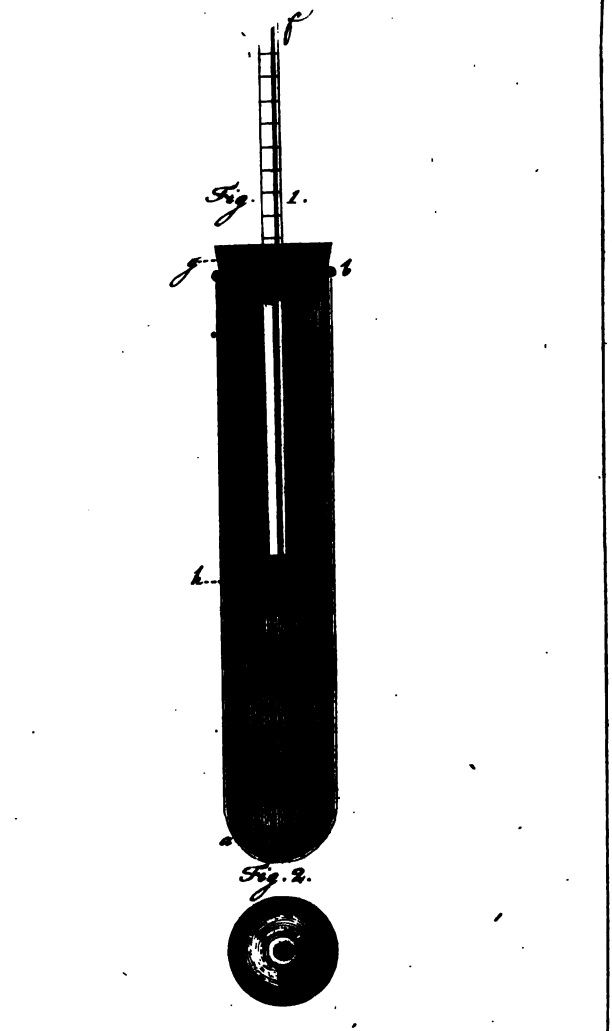


Fig. 1.

Fig. 2.

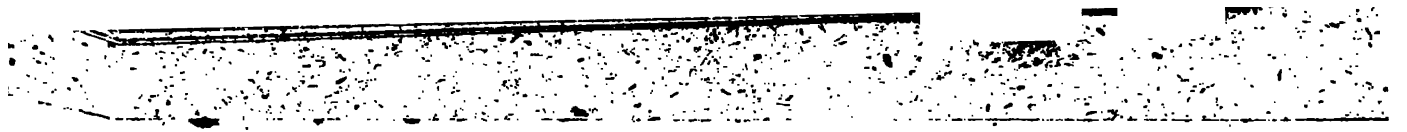


Fig. 9.

Zoll.

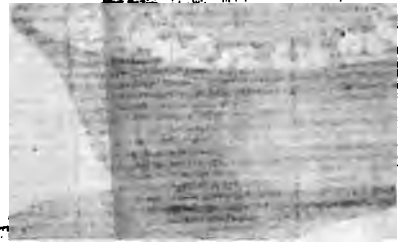
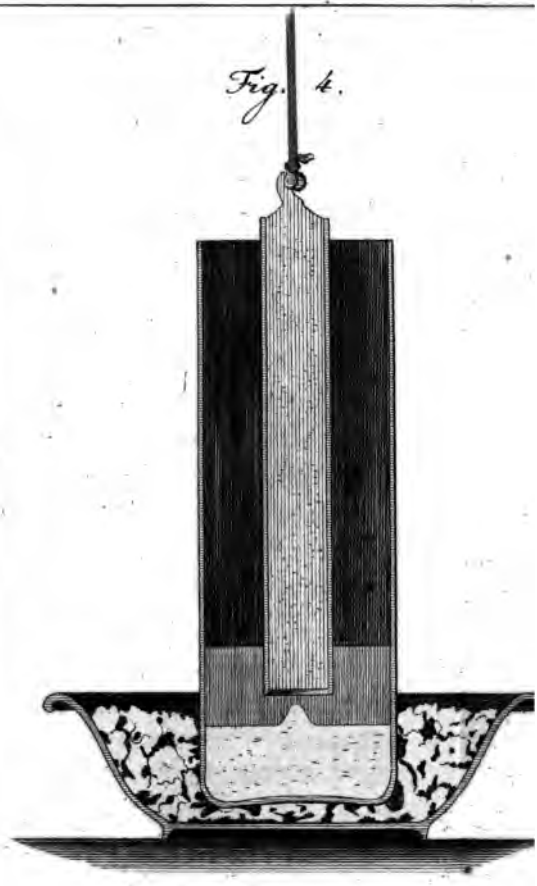
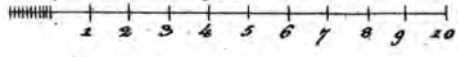


Fig. 4.



Engl. Zoll.



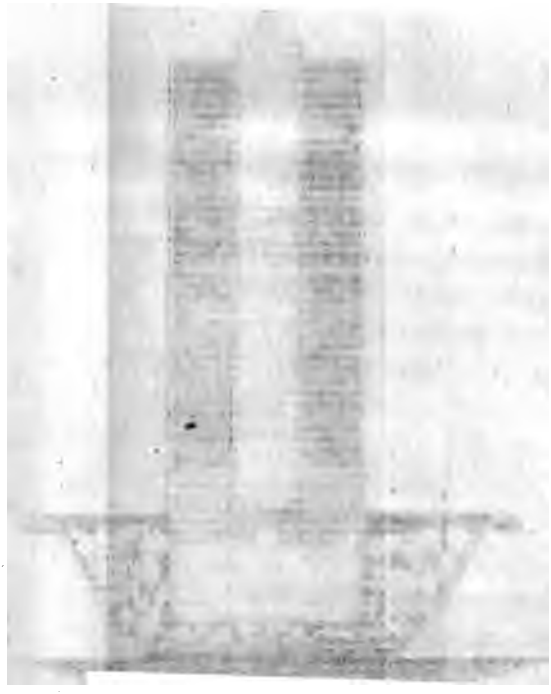
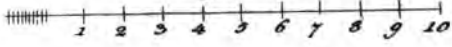
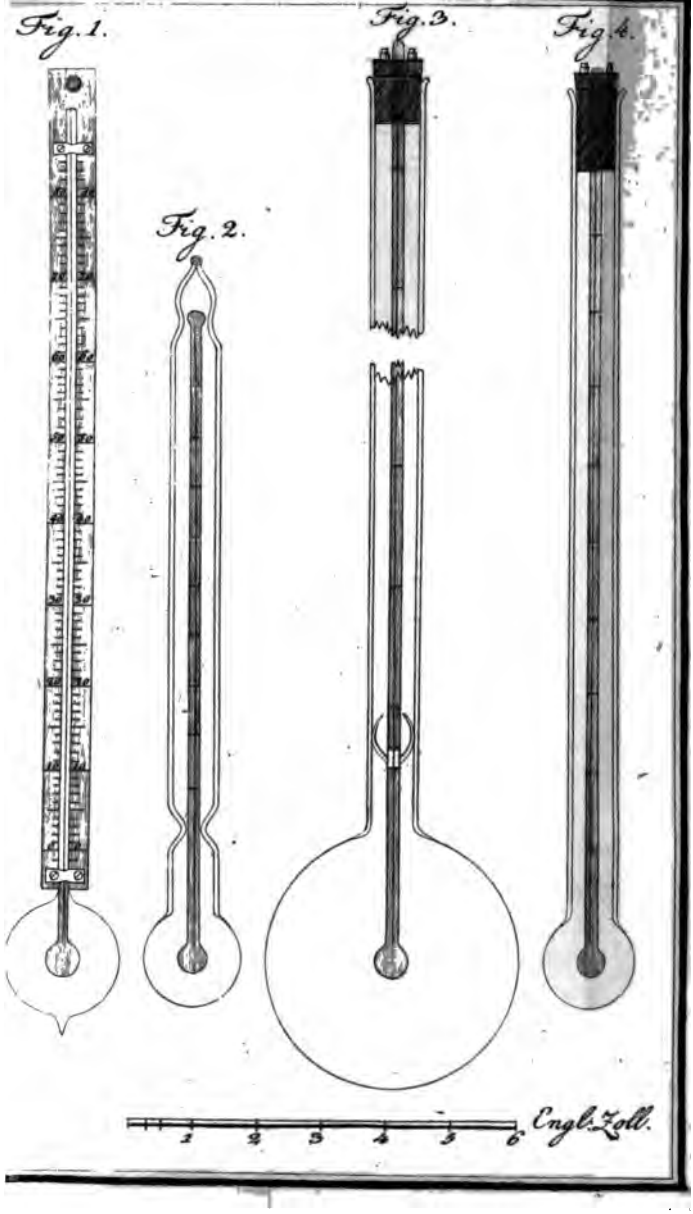


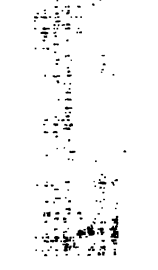
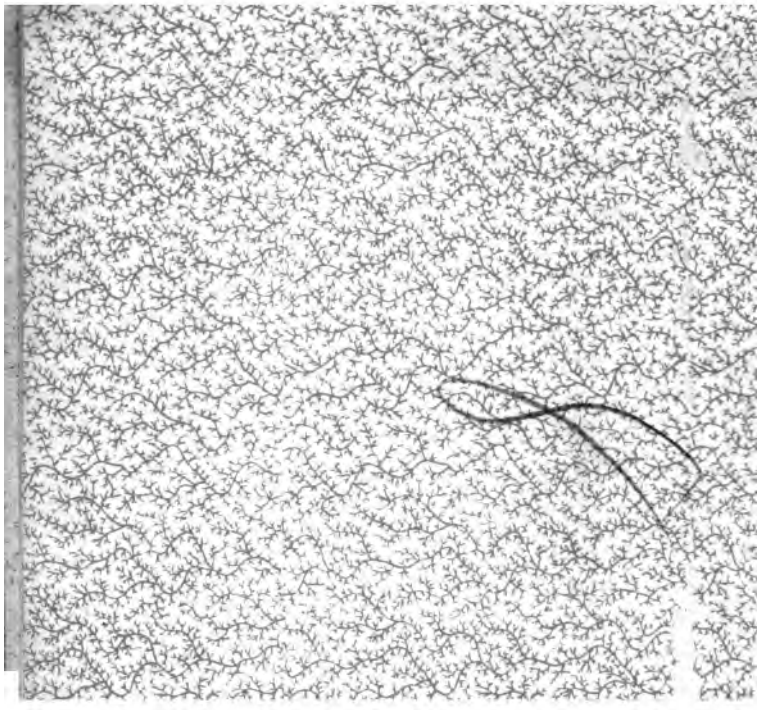
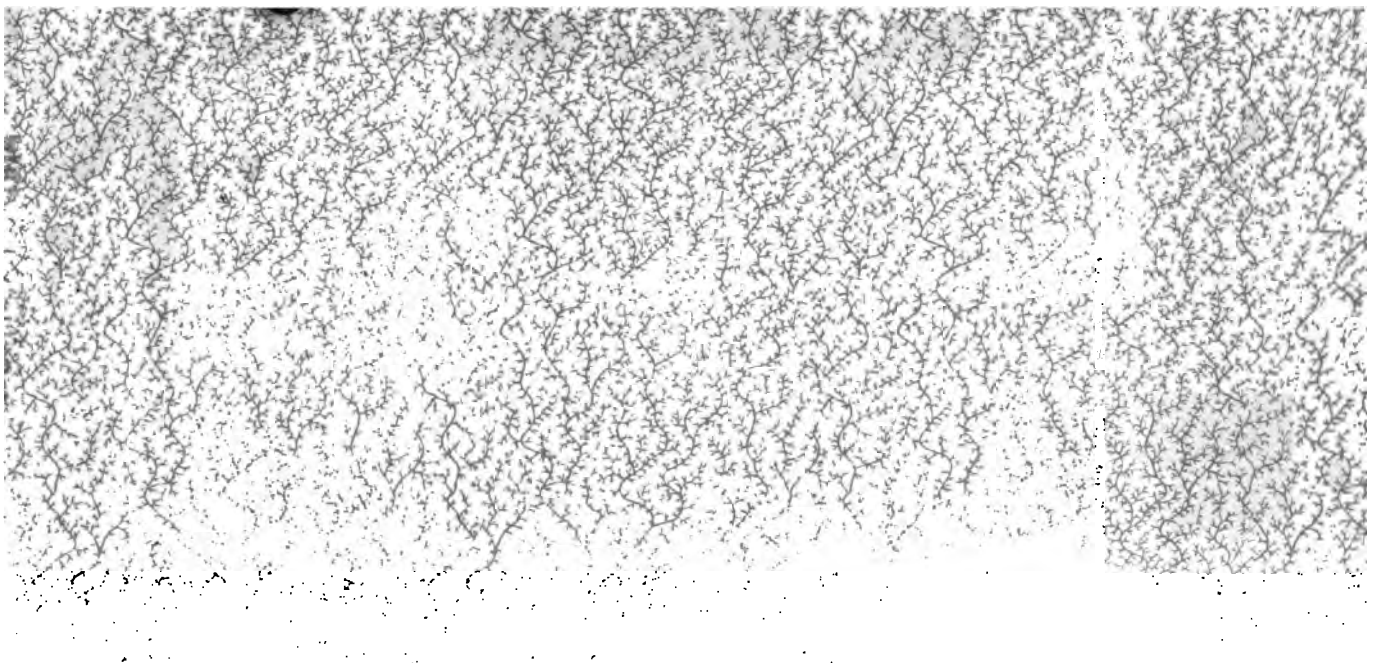
Fig. 3.

Engl. Zoll.



Taf. 5.





3-